

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN TERAPIA OCUPACIONAL



Título del Trabajo Fin de Grado. Evidencia del uso de nuevas tecnologías en neuro-rehabilitación en pacientes con Accidente cerebrovascular.

AUTOR: Flor Mayayo, Almudena

Nº expediente. 349

TUTOR. Peral Gómez, Paula

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

Curso académico 2015 - 2016

Convocatoria de Mayo

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
2. MATERIAL Y MÉTODOS	4
3. RESULTADOS	7
Características de los participantes	7
Características de las intervenciones	8
4. DISCUSIÓN	10
5. CONCLUSIÓN	12
6. ANEXOS	13
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

RESUMEN

Introducción: La mayoría de los pacientes que sufren un accidente cerebrovascular (ACV) necesitan rehabilitación. Actualmente las nuevas tecnologías, apoyándose en los principios del aprendizaje motor y el proceso de neuroplasticidad, están proliferando en este campo y ofrecen ciertas ventajas sobre los tratamientos de rehabilitación tradicional.

Objetivo: Revisar la evidencia científica sobre el uso de las nuevas tecnologías en la neurorehabilitación de pacientes con ACV, concretamente el uso de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA).

Material y Métodos: Se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos como PubMed, PsycINFO y revistas de Terapia Ocupacional, de estudios de intervención con RV y RA en pacientes con ACV. Se recogieron los datos relevantes con respecto a las características de los pacientes y las características de las intervenciones.

Resultados: Se analizaron 11 estudios, todos ellos referentes a RV. Las investigaciones indicaron que los pacientes en fase crónica tienen mejoras significativas en la rehabilitación con respecto a los demás pacientes, en cuanto a déficit motor, funcionamiento del miembro superior (MS), independencia de actividades de la vida diaria (AVD), fuerza muscular, equilibrio y marcha.

Conclusión: La RV constituye una estrategia prometedora en la rehabilitación motora tras el ACV. Se necesitan investigaciones futuras que apuesten por un tratamiento global del paciente, incluyendo sus capacidades físicas, cognitivas, funcionales y sociales.

Palabras clave: Accidente cerebrovascular. Realidad Virtual. Nuevas Tecnologías.

ABSTRACT

Introduction: Most patients suffering strokes, need rehabilitation. Nowadays, new technologies, based on the principles of motor learning and neuroplasticity process, are proliferating in this field and offer certain advantages over traditional rehabilitation treatments.

Objective: Revise the scientific evidence found on these new technologies being used during the neurological rehabilitation of patients who have suffered a stroke; specifically, virtual reality (VR) and augmented reality (AR).

Patients and Methods: Using databases such as PubMed, PsycINFO, and Occupational Therapy magazines, a research was conducted on stroke patients who have undergone virtual reality therapy.

Results: Eleven articles were used as references of analysis. These studies indicated that patients who are in a chronic state and undergo virtual reality therapy would have a significant improvement compared to other patients.

Conclusions: Virtual reality therapy establishes a promising strategy in motor rehabilitation after a stroke. It would be suitable to have more clinical trials, which are committed to a comprehensive treatment of patients, including their physical, cognitive, functional, and social capacities.

Key words: Stroke, Virtual Reality, New Technologies.

1. INTRODUCCIÓN

El ictus, también conocido como enfermedad cerebrovascular (ECV), accidente cerebrovascular (ACV), infarto cerebral o derrame cerebral, es una de las enfermedades neurológicas más comunes. Sucede cuando el flujo sanguíneo de una área del cerebro se detiene, provocando una alteración transitoria o definitiva del funcionamiento en una o varias parte del cerebro. Constituye uno de los problemas de salud pública más importantes (1).

Hay dos formas bien diferenciadas de ictus: el *isquémico o infarto cerebral* (85% de los casos), que corresponde a una disminución importante del flujo sanguíneo en el cerebro, de manera anormalmente brusca; y el *hemorrágico, derrame cerebral o hemorragia cerebral* (15% de los casos), que se produce por la rotura de un vaso cerebral (2).

Esta enfermedad es más frecuente a partir de los 55 años, y su incidencia es mayor en hombres de 65 a 74 años, con una ascendencia significativa entre mujeres a partir de los 75 años (3). Así, el riesgo de padecer un ictus aumenta proporcionalmente con la edad, influyendo también otros factores de riesgo como la hipertensión arterial, las arritmias cardiacas u otras enfermedades del corazón, la diabetes mellitus, la obesidad, el senderismo, el tabaquismo y el consumo excesivo de alcohol entre otros (4). Es la tercera causa de muerte en el mundo occidental. En España es la primera causa de muerte en mujeres y la segunda en hombres, y la primera causa de invalidez permanente entre las personas adultas y una de las principales causas de déficit neurológico en el anciano (5).

Es importante destacar que el 32.3% de los pacientes que sufren un ictus necesita rehabilitación, el 27.4% presenta discapacidad para alguna actividad básica de la vida diaria (ABVD), el 17.7% de los pacientes son dependientes a los seis meses, el 12.5% sufren depresión en los tres primeros meses y el 10% evoluciona a demencia en los tres meses siguientes, lo que supone una ruptura en la trayectoria vital del paciente y, por su elevado coste socio sanitario, condiciona las situaciones familiares, sociales e institucionales (6).

Como se ha mencionado, la mayoría de los pacientes que han sufrido un ictus necesitan rehabilitación integral desde un abordaje que incluya diferentes disciplinas para conseguir una mejor recuperación. En este sentido, el objetivo de la Terapia Ocupacional (TO) es rehabilitar o mantener las capacidades y roles del individuo, trabajando las funciones corporales, las destrezas de ejecución y el desempeño en las áreas de ocupación con el fin de alcanzar el mayor grado posible de autonomía e independencia en el entorno, promover la salud y mejorar la calidad de vida del paciente (7).

Para ello se diseña y se desarrolla un programa de intervención específico e individual para la persona, en base a dos enfoques de tratamiento complementarios, uno dirigido al restablecimiento de los déficits, y otro destinado a la compensación de los déficits no susceptibles de mejoras (8).

Las estrategias y técnicas de intervención han ido proliferando y avanzando a lo largo de las décadas, adaptándose a los conocimientos y los recursos del momento. En la actualidad, con el rápido desarrollo tecnológico no es de extrañar que las nuevas tecnologías, como los sistemas de realidad virtual (RV), de realidad aumentada (RA) o de robótica, se incluyan cada vez más dentro de los programas de neuro-rehabilitación. Estas tecnologías multimedia e interactivas ofrecen ciertas ventajas sobre los tratamientos de rehabilitación tradicionales, gracias a su relación con los principios del aprendizaje motor y el proceso de neuroplasticidad (9).

Actualmente destacan varias tecnologías prometedoras en la mejora de la rehabilitación de pacientes con ACV en el futuro. Estas son la RV, la RA, los dispositivos robóticos para la recuperación de la extremidad inferior y superior, las interfaces de ordenador cerebral, los estimuladores cerebrales no invasivos, las prótesis neuronales y los dispositivos portátiles que analizan el movimiento humano (10).

De todas ellas, en este trabajo nos centramos en los sistemas de RV y de RA por ser más accesibles tanto para el profesional como para el usuario, puesto que son recursos más económicos y su uso está más extendido entre la población general, gracias a que las plataformas habituales que utilizan (ordenadores, videoconsolas, etc.) forman ya parte de la vida cotidiana.

Según la definición de Manetta y Blade (1995), “La RV es un sistema de computación usado para crear un mundo artificial en el cual el usuario tiene la impresión de estar, la habilidad de navegar y manipular objetos en él” (11).

Lippenholtz (2011) explica que “La RA implica otro modo de visualizar la información y permite traer una realidad digital a nuestra realidad física. Es una vuelta de tuerca. A diferencia de la RV, ya no se trata de una ventana. Se trata de un mismo espacio donde simultáneamente están la realidad física y la digital” (12).

La RA no sustituye al mundo físico que nos rodea, si no que sobrepone información creada por un procesador, es la superposición de elementos creados virtualmente en un entorno real. Por el contrario la RV intenta sustituir la realidad a través de dispositivos que nos permiten sumergirnos en una realidad que no existe, transportarnos a una realidad construida, una realidad virtual.

Estos sistemas tienen numerosas ventajas como las de interactuar en entornos similares a los reales de manera segura y controlada, aportar mayor feedback al usuario (cliente o paciente), controlar los cambios según avanza la intervención, entrenar diferentes funciones corporales y destrezas, y permitir un tipo de rehabilitación más lúdica (13). Estos aspectos favorecen que el usuario mantenga la motivación y se involucre en su tratamiento (14), condiciones fundamentales para que se alcancen los objetivos de la intervención.

Considerando los aspectos mencionados, el uso de las nuevas tecnologías es una herramienta de trabajo válida con la que podemos contar los terapeutas ocupacionales en el ámbito de la

neurorehabilitación para mejorar nuestras intervenciones y conseguir los objetivos de rehabilitación de nuestros clientes o pacientes. Sin embargo, nos surgen varias preguntas sobre cómo poner en práctica esta herramienta: ¿qué evidencias hay sobre su uso en la práctica clínica?, ¿suele usarse como única técnica o en combinación con otras?, ¿con qué frecuencia debe usarse?, ¿cuánto tiempo?, ¿qué plataformas se usan de forma más habitual?, etc. Con este trabajo queremos responder a estas preguntas y esclarecer las diferentes características de la intervención basada en el uso de las nuevas tecnologías en pacientes con ACV.

Objetivo general

Revisar la evidencia científica sobre el uso de las nuevas tecnologías en la neuro-rehabilitación de pacientes con ACV.

Objetivos específicos

- Describir las características de la intervención basada en el uso de realidad virtual en pacientes con ACV.
- Describir las características de la intervención basada en el uso de realidad aumentada en pacientes con ACV.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la revisión bibliográfica realizamos una búsqueda entre los meses de octubre de 2015 y enero de 2016, en la que consultamos diferentes bases de datos y revistas.

Las bases de datos que consultamos fueron PubMed, y PsycINFO. Utilizamos para ello las siguientes palabras clave “new technologies”, “virtual reality”, “augmented reality”, “neurorehabilitation” y “stroke”, en diferentes combinaciones, utilizando los operadores booleanos “AND” y “OR”. En las bases de datos españolas como Dialnet usamos las mismas palabras claves pero escritas en español y no hubo resultados relevantes. Consideramos los artículos que incluyeran esas palabras en el título, el resumen y/o el cuerpo del trabajo. Los

resultados de esta búsqueda quedan reflejados en la “Tabla 1. Número de artículos encontrados en la búsqueda bibliográfica por palabras clave en las bases de datos”.

Las revistas consultadas fueron American Journal of Occupational Therapy, British Journal of Occupational Therapy, y Canadian Journal Of Occupational Therapy utilizando las siguientes palabras “Virtual Reality” y “Augmented Reality”. En la “Tabla 2. Número de artículos encontrados en la búsqueda bibliográfica por palabras clave en las revistas científicas” pueden verse los resultados encontrados en la búsqueda.

A continuación, describimos los criterios de inclusión y exclusión utilizados para la selección de artículos:

Criterios de Inclusión

- Estudios que traten sobre el uso de nuevas tecnologías en la neurorehabilitación de pacientes con accidente cerebro vascular.
- Estudios que traten sobre el uso de realidad aumentada y/o realidad virtual en pacientes con accidente cerebro vascular.
- Artículos publicados desde el 2010 hasta la actualidad.

Criterios de Exclusión

- Artículos que no sean en inglés ni en español.
- Artículos que no tengan acceso a texto completo.
- Estudios que traten sobre el uso de nuevas tecnologías en técnicas quirúrgicas.
- Estudios que traten sobre el uso de nuevas tecnologías, realidad aumentada y/o realidad virtual en pacientes con patologías diferentes al ACV.
- Estudios experimentales en animales.
- Libros o Tesis.
- Estudios de revisión.

La búsqueda inicial dio un total de 203 artículos, tras excluir aquellos artículos que no trataran sobre el uso de realidad aumentada y/o realidad virtual en pacientes con ACV, no estuvieran publicados en inglés o español, estuviesen repetidos, fueran revisiones, tesis o libros y que se hubieran publicado antes del 2010, obtuvimos 119 artículos. Al realizar una lectura completa de los artículos, una segunda selección siguiendo los criterios de exclusión establecidos descartamos 73 artículos. Obtuvimos 11 artículos finales para analizar.

Este proceso puede verse en la “Figura 1. Proceso de búsqueda y selección de artículos relativos al uso de la realidad virtual y la realidad aumentada en la intervención de pacientes con ACV”.

A partir de los estudios incluidos finalmente en este trabajo, se recogieron los datos relevantes de cada uno de ellos con respecto a:

1. Características de los pacientes:

- Fase del ACV en la que se encuentra.
- Característica clínica más relevante

2. Características de las intervenciones:

- Número total de sesiones.
- Duración la sesión.
- Número de sesiones por semana.
- Número de participantes en el estudio.
- Funciones trabajadas: neuromusculoesqueléticas, cognitivas y/o funcionales.
- Tipo de intervención desarrollada: RV, RA o combinación de varias terapias.
- Instrumento de medición utilizado y variable.
- Soporte usado: tipo de plataforma, sistema, aplicación y/o juego.
- Resultados.

3. RESULTADOS

Finalmente, hemos utilizado 11 artículos para realizar este trabajo, la mayoría de ellos utilizaron un estudio piloto controlado aleatorizado. Los datos más relevantes de este análisis quedan recogidos en la Tabla 3.

En general, encontramos que la mayoría de los estudios tenían el objetivo de analizar la influencia del uso de la RV en la rehabilitación de las funciones motoras (20, 21,22), centrándose en la rehabilitación de miembro superior (15, 17, 18, 19,23) y equilibrio (24).

Para dar respuesta a los objetivos de esta revisión, nos centramos en analizar por un lado, las características de los pacientes y por otro lado las características de las intervenciones aparecidas en las diversas investigaciones.

Características de los participantes

Fase en la que se encuentran las personas que han sufrido un ACV en el momento del estudio: encontramos más investigaciones dirigidas al estudio de la intervención en fase crónica, siendo un 36,36% (18, 21, 23, 24), seguidos de las investigaciones en la fase aguda, un 27,28% (16, 17,19), y en menor número en la fase subaguda, un 18,18% (15, 20). Dos estudios no especificaron en qué fase se encontraban los pacientes (22, 25).

Características clínicas más relevantes sufridas por los pacientes de ACV: en la mayoría de los estudios los participantes presentaron como característica a considerar en la intervención la afectación del brazo (27,28%) (17, 19, 23), el brazo parestésico (18,18%) (16, 18), el brazo hemipléjico (9,09%) (15), leve paresia en MS (9,09%) (20), hemiparesia residual (9,09%) (24), alteración del equilibrio (9,09%) (21) y lesión cerebral lateral (9,09%) (22). Uno de los estudios no destacaba ninguna característica clínica de los pacientes más concreta que el ACV (9,09%) (25).

Características de las intervenciones

En la mayoría de los estudios, el número de sesiones por semana es de 5 días (15, 18, 19, 20,21), menos en un estudio (24) que el nº de sesiones es de 3. En el resto de estudios se desconoce nº de sesiones semanales (16, 17, 22,23). La duración de las sesiones en tres de los once estudios, fue de 60 minutos (15, 21,23), mientras que en el resto de los estudios varió entre 30 y 45 min (18, 19, 22,24), a excepción de un estudio en la que cada sesión duró 73 minutos (23). El número total de sesiones por estudio, oscila entre 4 (25) y 20 sesiones (15, 18, 20, 21,24) totales de intervención. El número de participantes por estudio ha sido muy diverso, y ha variado entre 14 personas en la muestra más pequeña (27), a 44 en la muestra más grande (18).

La mayoría de las funciones trabajadas fueron neuromusculoesqueléticas (15-24). No hubo ningún estudio que tratase de funciones cognitivas y solo dos estudios trabajaron el entrenamiento funcional de las Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD) (17,25).

El tipo de intervención más utilizada, según los estudios que estamos analizando fue la RV (45,46%) (18, 19, 22, 24,25), seguida de la terapia de RV en combinación con Terapia Convencional, que incluía Terapia Ocupacional y Fisioterapia, (36,36%) (15, 16, 17,21), y en último lugar, la RV combinada con estimulación transcraneal con corriente directa (tDCS) (18.18%) de las intervenciones (20,23).

De los 11 estudios finalmente analizados, ninguno hizo referencia a la RA. Todas las intervenciones se centraron en el uso de las nuevas tecnologías utilizando la RV.

El instrumento de medición más utilizado para evaluar los cambios del paciente con ACV tras seguir un tratamiento con RV, fue la Escala Fugl- Meyer (FMA) (15, 16, 17, 18, 19,23), que mide el déficit motor. Otras de las escalas más usadas fueron la Medida de Independencia Funcional (FIM) (15, 19) que valora las funciones motoras y cognitivas evaluando AVD y AIVD, las Escalas Berg (21,24) y Brunnel (21,24), para valorar el equilibrio, la Escala de

Barthel (17,18) que valora la capacidad de la persona para realizar AVD y la Escala Ashworth (MAS) (18,23) para valorar la espasticidad.

Hay que señalar la gran diversidad encontrada en el tipo de plataformas, sistemas y juegos de RV usados en los diferentes estudios; Juego de esquí (20), Juego de tenis en XBOX (22), Wii combinado con tDCS (23), sistema tele-rehabilitación (24), Sistemas de Juego de Rehabilitación (RGS) (16) y RGS con 3 interfaces (visual, háptica y exoesqueleto pasiva) (18) e intervención en entorno virtual (15, 17, 19, 21,25), sin especificar juego o plataforma utilizada, menos en un estudio en el que el entorno virtual consistía en un supermercado local en el que los participantes eran instruidos para recoger una fruta virtual a partir de un estante y lo liberaban en la cesta tantas veces como les era posible en 2 minutos (19).

En los resultados de los estudios de las diferentes investigaciones, cabe destacar la mejoría encontrada en el tratamiento del déficit motor en la que los seis estudios hubo mejoría, tres de ellos no fueron significativa (17, 19, 23) pero en los otros tres sí lo fue (15, 16,18). Respecto al miembro superior, hubo mejoras en el aumento del uso (25), la velocidad (16) y el funcionamiento (17), siendo significativa la mejoría del funcionamiento en uno de los estudios (18). Los pacientes con ACV en fase crónica mostraron mejoras significativas en independencia en AVD (18), fuerza muscular (18) y en equilibrio y marcha (21,24). También hubo mejoras en el ángulo del hombro y codo (22), calidad del movimiento y espasticidad (23), pero estas no fueron significativas.

En las intervenciones con RV se encuentran la mayoría de las mejoras significativas, algunas de ellas son, déficit motor (18), funcionamiento del ms (18), independencia de AVD, fuerza muscular (18), equilibrio (24), y marcha (24), seguido de las la terapia de RV en combinación con Terapia Convencional (15, 16, 17,21) que también tienen mejoras significativas como; déficit motor (15-16), marcha (21), equilibrio (21). En la intervención de RV combinada con (tDCS), no hubo, mejoras significativas.

4. DISCUSIÓN

En esta revisión bibliográfica sobre las nuevas tecnologías en el campo de la neurorehabilitación, nos hemos centrado en el uso de la RV y la Realidad Aumentada (RA) en la rehabilitación de personas que han sufrido un ACV. Hemos podido constatar que los resultados de las investigaciones basadas en RV son positivos. Se trata de un enfoque más innovador (15) y una herramienta prometedora para la neurorehabilitación del ACV (16), con resultados sólidos en fases crónicas (18, 21,23, 24), sobre todo en la mejora significativa en la adquisición de habilidades motoras asociadas al equilibrio (23), fases subagudas, mejora del déficit motor (15) y en fases agudas, mejora de la función del brazo afectado (16, 17).

La RV, en combinación con la TC (Fisioterapia y Terapia Ocupacional) puede mejorar la recuperación del ACV. Y además de ser muy beneficiosa para la rehabilitación motora, entre sus ventajas destacan que exige pocos recursos personales, aumentando la intensidad del tratamiento (20), implica ahorros en las intervenciones de programas de tele-rehabilitación (26), es una herramienta de fácil usabilidad, lúdica y motivadora para los usuarios que la utilizan (26,27).

La Escala Fugl Meyer, es la más usada en la mayoría de las intervenciones, dirigidas a la mejora del déficit motor y no a la rehabilitación de funciones cognitivas o funcionales, ya que todos los artículos analizados tratan déficits motores.

Los aspectos negativos que hemos encontrado en el análisis de los artículos, han sido la escasez de datos en algunos de los estudios, ya que no especificaban duración de la sesión, sesiones semanales, sesiones totales, características relevantes sobre los pacientes, tipo de plataformas o sistemas usados en los estudios o resultados más claros.

Consideramos que en estudios futuros deberían profundizar más en otros usos de estos sistemas, es decir, no centrarse solo en los beneficios motores que las nuevas tecnologías aportan a las intervenciones y apostar por un tratamiento global del paciente con ACV, incluyendo sus

capacidades físicas, cognitivas, funcionales y sociales. También deberían considerarse las alteraciones emocionales (tales como la depresión y la apatía) que condicionan la vida de la persona que sufre un ACV y que solo se han referenciado en dos de los artículos analizados (24,25). Sería necesario realizar más estudios donde se pudiesen medir los efectos beneficiosos de la RV en las AIVD. Por último, nos parecería interesante que dentro de los diferentes sistemas usados para rehabilitar, hubiese juegos en los que se pudiesen involucrar varias personas en una misma actividad o poder realizar actividades en equipo.

No hay referencias de investigación sobre la RA, porque todavía no ha avanzado tanto como la RV, pero creemos que la RA puede alcanzar a mucha más gente porque está pensada como un complemento constante de la vida diaria y no como algo que lo transporta a uno a una dimensión artificial en un momento en concreto, un mundo que por ahora gira en torno a videojuegos. La RA, la vemos como un complemento para que la persona sea más independiente en las labores diarias, ya que las aplicaciones son más sencillas e interactúan con el mundo real. No obstante, pensamos que la RV, es muy útil para la rehabilitación de personas con ACV, de ahí que los 11 artículos analizados se hayan basado en la recuperación con terapias de RV.

Por último, me gustaría hablar de la relevancia que tiene la realidad virtual para la Terapia Ocupacional. La rehabilitación clínica de la Terapia Ocupacional, va ligada a alcanzar el mayor grado de autonomía personal de la persona y con ello mejorar su calidad de vida devolviendo al paciente un rol activo, participativo y satisfactorio en sus áreas de desempeño ocupacional. La RV nos proporciona la herramienta con la que podemos llevar a cabo la rehabilitación de una manera más amena y divertida para el paciente.

5. CONCLUSIÓN

La revisión de la evidencia científica sobre el uso de las nuevas tecnologías llevada a cabo, demuestra la eficacia de la aplicación de técnicas de Realidad Virtual en el tratamiento de pacientes con accidente cerebrovascular. Este tipo de tecnologías es ya una realidad, con un aumento en la aplica a numerosos tratamientos de rehabilitación de ACV, la cual abre una posibilidad enorme en el ámbito terapéutico, en la motivación y evaluación de este tipo de pacientes, contribuyendo en la mejora sobre todo nivel motor y por tanto a la mejora de la calidad de vida.

La Realidad Virtual (RV) es el tipo de sistema o plataforma más utilizada en las intervenciones, sin especificar tipo de juego utilizado, solo indicando un entorno virtual. Las mejoras significativas más relevantes en RV, es el tratamiento del déficits motor, funcionamiento de MS, independencia de AVD, fuerza muscular, equilibrio y marcha. La intervención llevada a cabo con más frecuencia, es una intervención de 5 sesiones semanales, de 30 a 45 minutos de duración, con un total de 20 sesiones. Por último, encontramos más intervenciones en personas que han sufrido un ACV, en fase crónica en el momento del estudio, que en cualquier otra fase de la enfermedad.

Respecto a la Realidad Aumentada (RA) a pesar de que es una tecnología accesible y si que se nombraba inicialmente en algunos artículos, finalmente, no hemos encontrado evidencia científica sobre el uso de la RA en el tratamiento de los pacientes de ACV.

6. ANEXOS

“Figura 1. Proceso de búsqueda y selección de artículos relativos al uso de la realidad virtual y la realidad aumentada en la intervención de pacientes con ACV”.

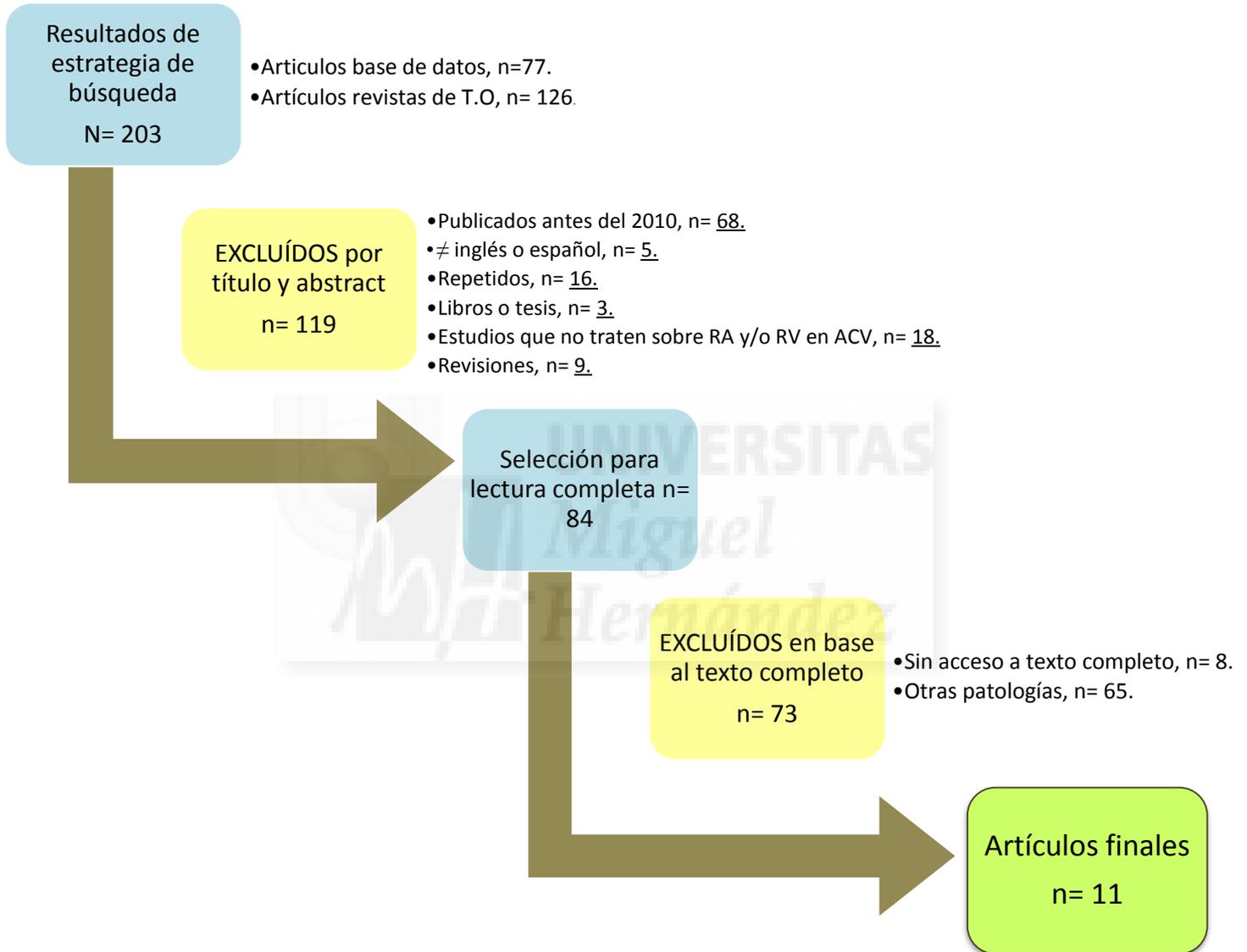


Tabla 1. “Número de artículos encontrados en la búsqueda bibliográfica por palabras clave en las bases de datos”.

PALABRAS CLAVE	BASES DE DATOS CONSULTADAS	
	<i>PUBMED</i>	<i>PsycINFO</i>
“New technologies” AND “Neurorehabilitation” AND “Stroke”	6	2
(“Virtual Reality” OR “Augmented Reality”) AND “Neurorehabilitation” AND “Stroke”	38	31
TOTAL	77	

Tabla 2. Número de artículos encontrados en la búsqueda bibliográfica por palabras clave en las revistas científicas.

REVISTAS CIENTÍFICAS			
PALABRAS CLAVE	<i>American Journal of Occupational Therapy</i>	<i>British Journal of Occupational Therapy</i>	<i>Canadian Journal Of Occupational Therapy</i>
Virtual Reality	45	48	12
Augmented Reality	14	7	0
TOTAL	126		

Tabla 3. “Estudios de uso de Realidad Virtual en el tratamiento de pacientes con ACV”

AUTOR y AÑO	OBJETIVO/S	MUESTRA	MATERIAL Y MÉTODOS		RESULTADOS
			INTERVENCIÓN	INSTRUMENTO-VARIABLE	
Pirón, 2010 (15)	Comparar aprendizaje motor en entorno virtual con TC en Rh de MS.	n= 47 ACV, fase subaguda Brazo hemipléjico.	4 semanas, 5 días/semana, 60 minutos/día. 20 sesiones. -G.E (n=27) → Retroalimentación reforzada controlada en entorno virtual. -G.C (n= 20) → TC.	- Fugl Meyer → Déficit motor. - Medida de Independencia Funcional (FIM) → Función motora y cognitiva, AVD. - Aspectos cinemáticos → Rendimiento motor (DM, MLV, número submovimientos)	G.E: Mejora significativa déficit motor (Fugl Meyer).
Da Silva, 2011 (16)	Comparar beneficios RV y TC.	n=16 ACV, fase aguda.	12 semanas -G.E (n= 8) → Juegos de Rehabilitación (RGS) + TC -G.C (n= 8) → TO intensa + juegos interactivos no específicos.	- Fugl Meyer → Déficit motor - Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI) → Función de brazo y mano	G.E: Mejora velocidad en brazo afectado; mejora significativamente más rápida en déficit motor y capacidad funcional durante tratamiento.
Kwon, 2012 (17)	Examinar efectos de TC combinada con programa de RV intensivo, en función de MS y AVD.	n=26 Asignados al azar ACV, fase aguda	-G.E → TC + RV -G.C → TC	- Fugl Meyer → Déficit motor. - Prueba Manual de funciones → Movimientos de brazo y actividades manipulativas. - Barthel → Independencia AVD.	G.E: Mejora funcionamiento miembro superior (Fugl Meyer y MFT). G.C: Cambio significativo función motora (Fugl Meyer). Sin diferencias significativas en rendimiento de AVD.
Cameirao, 2012 (18)	Evaluar impacto de RV con diferentes interfaces en Rh de MS.	n=44 ACV, fase crónica Grave parestesia en MS.	4 semanas, 5 sesiones/semana, 35 minutos/día. 20 sesiones. RV con RGS y 3 interfaces: - RGS (n = 17): Aumentar la retroalimentación visual y auditiva -RGS- Háptica (n = 16): Tocar objetos virtuales en conjunto. -RGS-Exoesqueleto (n = 15): Proporcionar ortesis.	- Barthel → Independencia AVD. - Motricity Index22 → Fuerza muscular de M.S. - E. Ashworth modificada (MAS) → Espasticidad. - Fugl-Meyer → Déficit motor. -Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI) → Función de brazo y mano. - Nine Hole Peg Test26 → Destreza de los dedos - Box and Block Test (BBT) → Destreza manual.	Todos: Mejora significativa de inicio a fin de tratamiento (Barthel, Motricity Index22, CAHAI, Fugl-Meyer). RGS-E: niveles más bajos de dificultad de la tarea. RGS-H: mejores resultados en evaluaciones clínicas.

Yin Chan, 2014 (19)	Investigar efecto de RV en Rh de MS.	n= 23 ACV, fase aguda.	2 semanas, 5 días/semana, 30 minutos/día. 10 sesiones. -G. E (n=11) →Rh con RV + TC (Fisioterapia + TO) -G.C (n= 12) → TC	- Fugl Meyer → Déficit motor - Medida de Independencia Funcional (FIM) → función motora y cognitiva, AVD.	Todos: Mejoría en función motora (Fugl Meyer) Sin diferencias significativas en la mejoría entre grupos.
Kim, 2014 (20)	Investigar efectos beneficiosos de la TDCS combinada con el entrenamiento motor por RV.	n= 30 15 voluntarios sanos, diestros. 15 ACV subagudo, leve paresia MS.	4 semanas, 4 o 5 días/semana, 60 min/día. 16. 20 sesiones. 4 condiciones diferentes: A. Ejercicios activos de muñeca. B. Ejercicios de muñeca de RV. Juego de esquí computarizado, RV durante 15 min. C. Ejercicios de muñeca de RV con TDCS anódico en la corteza motora primaria. D. TDCS anódico sin ejercicio.	Estimulación magnética transcraneal: excitabilidad cortico espinal bajo diferentes condiciones. (Evaluación pre y post entrenamiento)	Sanos: Excitabilidad cortico espinal mayor tras ejercicio de muñeca de RV (B). ACV subagudos: Facilitación cortico espinal post-ejercicio mayor tras ejercicios de muñeca con RV seguidos de TDCS anódico. Se mantuvo 20 minutos tras el ejercicio.
Llorens, 2014 (21)	Estudiar efectividad clínica y usabilidad de RV en comparación con TC en la recuperación del equilibrio en ACV crónico.	n= 20 ACV, fase crónica	4 semanas, 5 días/semana, 60 min/día, 20 sesiones. -G.E → 30 min RV y 30 min de TC (Fisioterapeuta) -G.C→60 min de TC (Fisioterapeuta)	- Escala de Berg: Equilibrio - Escala de Brunel: Equilibrio - Prueba de 10-m: Marcha	G.E: Gran mejoría en equilibrio (Berg y Brunel) y marcha (prueba 10-m). G.C: Mejoría significativa en equilibrio y marcha.
Fernández, 2014 (22)	Comparar efecto inmediato de RV en pacientes con ACV y usuarios sanos.	n= 40 20 ACV (10 lesión cerebral derecha) 20 sanos.	30 minutos Juego de tenis de XBOX 360 Kinect.	-Evaluación cinemática (beber un vaso de agua pre-post sesión): grado de movimiento en hombro y codo.	Diferencia significativa en número de golpes entre grupos. ACV: funcionamiento inferior en todas las pruebas. Lesión cerebral derecha: mejoría ángulos de hombro y codo (similar a MS izquierdo).

Viana, 2014 (23)	Comparar RV combinada TDCS con RV sola en la mejora de la función de MS.	n= 20 ACV, fase crónica.	15 sesiones, 13 minutos de TDCS y 60 minutos de RV. -G. E → RV (Wii) y TDCS -G. C → RV (Wii)	- Escala de Fugl- Meyer → Déficit motor - Prueba función motora Wolf → Calidad y habilidad de movimientos. - Escala modificada de Ashworth (MAS) → Espasticidad - Escala de calidad de vida para ictus (ECVI-38) → Calidad de Vida.	Todos: Mejora en áreas evaluadas, menos en calidad de vida. G.E: más del 50% con diferencias mínimas importantes de la muñeca espástica.
Llorens, 2015 (24)	Comparar eficacia de programa de RV para recuperar equilibrio a domicilio o en clínica. Comparar experiencias subjetivas. Contrastar gastos.	n= 30 ACV, fase crónica, hemiparesia residual.	3 días/ semana, 45 min/ día. 20 sesiones. Sistema de tele-rehabilitación. - G. C → Rh con RV de tele-rehabilitación a domicilio. - G. E → Rh TC + RV tele-rehabilitación, en clínica.	- Escala de Berg → Equilibrio - Escala de Brunel → Equilibrio - Tinetti → Marcha y equilibrio - Inventario de motivación intrínseca → para valorar la experiencia subjetiva en la utilización de un sistema de RV.	Todos: Mejora significativa de equilibrio y movilidad. Todos: facilidad de uso del sistema motivadora. Intervención en clínica más cara que a domicilio.
Allison, 2015 (25)	Investigar el comportamiento entre personas con ACV en la utilización de RV para la práctica de AIVD.	n= 14 ACV	4 sesiones. Ocupaciones virtuales con un sistema basado en mundo virtual: preparar comidas y guardar compra.	- Modelo de aceptación tecnológica (TAM) → utilidad y facilidad de uso percibida - Entrevista: acerca de la experiencia obtenida con el sistema virtual para la práctica de AIVD.	Actitud favorable. 4 temas apoyan el uso del sistema: -Aumenta uso del brazo afectado. -Práctica Virtual agradable. -Tecnología fácil de usar. -Refleja actividades de la vida real.

TC: Terapia convencional, Rh: Rehabilitación, MS: miembro superior, ACV: Accidente cerebro vascular, G.E: Grupo experimental G.C: Grupo Control, AVD: Actividades de la vida diaria, RV: Realidad Virtual, RGS: Sistema de Juego de Rehabilitación, TO: Terapia ocupacional, TDCS: estimulación transcranial con corriente directa, AIVD: Actividades Instrumentales de la vida Diaria.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Fistera. Atención Primaria en la Red. [Internet]. [Citado 13 de Abril 2016]. Disponible en: <http://www.fistera.com/salud/1infoConse/ictus.asp>
2. Medline Plus [actualizado, 6 de enero 2015; citado 13 abril 2016]. Disponible en: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000726.htm>
3. FEI: Federación Española de Ictus [Internet]; [Citado 13 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.ictusfederacion.es/>.
4. GEECV: Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebro Vasculares de la SEN [Internet]; [Citado 13 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.ictussen.org/>.
5. Ramírez, JM. Ictus y enfermedad cerebro-vascular. Neurodidacta. 2012; 2 (4).
6. CEMUVA: Centro Médico Multidisciplinario y Medicina Vascular [Internet]; [Citado 13 de Abril 2016]. Disponible en: <http://www.cemuva.com/lo-que-debe-saber/que-es-un-accidente-cerebro-vascular->
7. Domingo AM. Tratamiento de Terapia Ocupacional en el Accidente Cerebro Vascular. ToG [Internet] [citado 13 Abril 2016]; 3. Disponible en: <http://www.revistatog.com/num3/num2.htm>.
8. Garriga J. Intervención de TO en secuelas de ACV. Plena Identidad [Internet] [citado 13 Abril 2016]. Disponible en: <http://plenaidentidad.com/intervencion-de-terapia-ocupacional-en-secuelas-de-acv/>
9. Axis Formación Sanitaria [Internet]. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos; [3 de Febrero 2016; 13 de Abril 2016]. Disponible en: <http://www.efisioterapia.net/cursos/27530-nuevas-tecnologias-neurorehabilitacion-aproximacion-teorica-y-aplicaciones-practicas>
10. Iosa M, Morone G, Fusco A, Bragoni M, Coiro P, Multari M. Seven capital devices for the future of stroke rehabilitation. Stroke Res Treat. 2012; 2012:187965.

11. García Reyes, Valdovinos, Salgado, Alejo, Vianne. Realidad Virtual y entornos virtuales como apoyo al acercamiento universidad-comunidad: el caso de la Facultad de Ingeniería de la UAEMex. Revista de innovación educativa. 2014; 6: 1.
12. Blog de noticias y novedades sobre Realidad Aumentada; [citado el 22 de Abril 2016]. Disponible en: <http://realidadaumentada.info/tecnologia/>
13. González J. Neurorehabilitación y las nuevas tecnologías; [citado 13 de Abril 2016]. Disponible en: <http://www.enfermedadesytratamientos.com/neurorehabilitacion-y-las-nuevas-tecnologias/>
14. Wade E, Winstein CJ. Virtual reality and robotics for stroke rehabilitation: where do we go from here? Top Stroke Rehabil. 2011; 18(6):685-700.
15. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi CS, Ventura L, et al. Motor learning principles for rehabilitation: A pilot randomized controlled study in poststroke patients. Neurorehabilitation and Neural Repair .2010; 24 (6) : 501-508.
16. Da Silva Cameirão M, Badia, SB; Duarte E, Verschure P. Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: A randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the Rehabilitation Gaming System. Restorative Neurology and Neuroscience. 2011; 9 (5): 287-298.
17. Kwon JS, Park MJ, Yoon IJ, Park SH. Effects of virtual reality on upper extremity function and activities of daily living performance in acute stroke: a double-blind randomized clinical trial. NeuroRehabilitation. 2012; 31(4): 379-385.
18. Cameirão MS, Badia SB, Duarte E, Frisoli A, Verschure PF. The combined impact of virtual reality neurorehabilitation and its interfaces on upper extremity functional recovery in patients with chronic stroke. 2012; 43(10):2720-8.
19. Yin CW, Sien, NY, Ying LA, Chung SF, Leng DT. Virtual reality for upper extremity rehabilitation in early stroke: A pilot randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation 2014; 28(11): 1107-1114.

20. Kim YJ, Ku J, Cho S, Kim HJ, Cho YK, Lim T, et al. Facilitation of corticospinal excitability by virtual reality exercise following anodal transcranial direct current stimulation in healthy volunteers and subacute stroke subjects. *J Neuroeng Rehabil.* 2014; 11:124.
21. Lloréns R, Gil-Gómez JA, Alcañiz M, Colomer C, Noé E. Improvement in balance using a virtual reality-based stepping exercise: a randomized controlled trial involving individuals with chronic stroke. *Clin Rehabil.* 2015; 29(3):261-8.
22. Fernandes AB, Passos JO, Brito DP, Campos TF. Comparison of the immediate effect of the training with a virtual reality game in stroke patients according side brain injury. *NeuroRehabilitation.* 2014; 35(1): 39-45.
23. Viana RT, Laurentino GE, Souza RJ, Fonseca JB, Silva Filho EM, Dias SN, et al. Effects of the addition of transcranial direct current stimulation to virtual reality therapy afterstroke: a pilot randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2014; 34(3):437-46.
24. Lloréns R, Noé E, Colomer C, Alcañiz M. Effectiveness, usability, and cost-benefit of a virtual reality-based telerehabilitation program for balance recovery after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015; 96(3):418-425.
25. Ellington A, Adams R, White M, Diamond P. Behavioral Intention to Use a Virtual Instrumental Activities of Daily Living System Among People With Stroke. *Am J Occup Ther.* 2015; 69(3):6903290030-6903290030.