



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Terapia Ocupacional

Curso académico 2010/2011

TRABAJO FIN DE GRADO

**Revisión sistemática sobre la aplicación de la
Realidad Virtual en enfermedades
neurológicas con afectación motora**

Yoanna Corral Bergantiños

Junio 2011

REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE LA APLICACIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL EN ENFERMEDADES NEUROLÓGICAS CON AFECTACIÓN MOTORA

Trabajo fin de grado presentado por:

Yoanna Corral Bergantiños

Tutores:

- Francisco Javier Cudeiro Mazaira. Profesor titular Doctor en Medicina, Catedrático de Fisiología, Director Grupo Neurociencia y Control Motor (NEUROcom), Departamento de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de A Coruña.
- Verónica Robles García. Diplomada en Terapia Ocupacional y Fisioterapia. Máster en Neurociencia. Doctoranda en el Grupo de Neurociencia y Control Motor (NEUROcom), Departamento de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de A Coruña.

Fecha de presentación: Junio 2011

Lugar de presentación: Sala de Grados. Edificio Universitario de Oza. Universidad de A Coruña

Índice

1. Resumen	2
2. Introducción	5
2.1. Realidad Virtual como forma de terapia	6
2.2. Realidad Virtual en neurorehabilitación	7
3. Formulación de la pregunta de estudio	9
4. Metodología	10
4.1. Tipo de estudio	10
4.2. Fechas de consulta	10
4.3. Criterios de inclusión y de exclusión	10
4.4. Bases de datos empleadas y palabras clave	11
4.5. Estrategia de búsqueda	11
4.6. Selección de los resultados de la búsqueda	17
5. Resultados	21
5.1. Análisis de los resultados	21
5.2. Análisis del tipo de estudio, la metodología, efectos e implicaciones de la Terapia Ocupacional	26
6. Síntesis de resultados, discusión y conclusiones	40
6.1. Síntesis de resultados	40
6.2. Discusión	42
6.3. Conclusiones	45
7. Agradecimientos	47
8. Bibliografía	48
9. Apéndices	55
I: Abreviaturas	55
II: Características de las bases de datos empleadas	56
III: Detalle de los resultados en la búsqueda en cada una de las bases de datos	58
IV: Factor de Impacto según <i>Journal Citation Reports</i> y <i>SCImago Journal Rank</i> y sus valores normalizados	59

1. Resumen (estructurado)

- **Objetivos:** el objetivo de esta revisión es examinar sistemáticamente la evidencia sobre la aplicación de la realidad virtual como forma de terapia en personas con enfermedades neurológicas con alteración motora.
- **Metodología:** se llevó a cabo una búsqueda en la literatura de dos bases de datos electrónicas, PubMed y Scopus, identificando artículos publicados entre enero de 2000 y abril de 2011.
- **Resultados:** Siguiendo la estrategia de búsqueda comentada anteriormente se obtienen 29 artículos de los cuales se analiza la calidad, el tipo de estudio, la metodología empleada, los efectos que se obtienen y la implicación de la terapia ocupacional obteniendo los siguientes resultados: la mayoría de estudios son de pacientes con ACV y estudios no controlados ni aleatorizados, el tipo de realidad virtual empleada es fundamentalmente semi-inmersiva y los resultados tras la aplicación de la realidad virtual son positivos.
- **Conclusiones:** la realidad virtual es una herramienta efectiva para la evaluación y tratamiento de las alteraciones motoras en personas con afectación neurológica. Existe una gran implicación de la terapia ocupacional en la aplicación de esta tecnología. No obstante, se necesitan más estudios controlados aleatorizados para poder implementarla en la práctica.

Abstract

- Aims: the aim of this review is to examine systematically the evidence of the application of virtual reality as a therapy in persons with neurological diseases with motor disorders.
- Methodology: we carried out a search in the literature of two electronic databases, PubMed and Scopus, identifying published papers between January 2000 and April 2011.
- Results: following the search strategy discussed above were obtained 29 papers which examined the quality, type of study, the methodology used, the effects obtained and the involvement of occupational therapy with the following results: most studies of patient with stroke are no randomized controlled studies, the type of virtual reality primary used is semi-immersive and the results after application of virtual reality are positive.
- Conclusions: virtual reality is an effective tool for the evaluation and treatment of motor disorders in people with neurological disorders. There is a great involvement of occupational therapy in implementing this technology. However further randomized controlled studies are needed in order to implement into practice.

2. Introducción

Los avances en la tecnología y en las redes de comunicación están presentes en múltiples aspectos de nuestra vida diaria, y también influyen y producen cambios a la hora de suministrar los servicios de salud y bienestar social. Dentro de estos avances, actualmente tienen un papel importante los estudios y terapias basados en la creación de un entorno de Realidad Virtual (RV), de uso cada vez más frecuente en diversas áreas de psicología, medicina y rehabilitación.

Desde que en 1986 Jaron Lamier empleara por primera vez el término RV, se han realizado múltiples definiciones. La RV es un término que se ha ido modificando con el paso del tiempo debido al desarrollo de la tecnología en tres dimensiones (3D) durante el siglo XX y hasta la actualidad. La RV se definía como una forma de interacción persona-ordenar, una *“forma en la que los humanos visualizan, manipulan e interactúan con ordenadores y datos complejos”* (Auskstakalnis & Blatner, 1992). La evolución de la tecnología, especialmente el 3D, ha permitido no sólo la interacción sino también la integración en el entorno virtual. Por lo que la RV puede definirse como una *“forma de interfaz persona-ordenador que permite al usuario “interactuar” y realizar una “inmersión” en un equipo que genera entornos de manera natural. Se puede crear un entorno virtual para evaluar y rehabilitar las capacidades cognitivas y funcionales ofreciendo escenarios interactivos diseñados para atender las necesidades del usuario a través de la exposición a la simulación del “mundo real”* (Schultheis & Rizzo, 2001).

El éxito de la integración de la RV en múltiples aspectos de la medicina, psicología y la rehabilitación está en el potencial de esta tecnología para presentar oportunidades de participar en conductas desafiantes, pero dentro de un ambiente seguro y ecológicamente válido

mientras se mantiene un control experimental sobre la medición y presentación de estímulos (Sveistrup, 2004).

2.1. Realidad Virtual como forma de terapia

Las primeras aplicaciones de RV comenzaron a principios de los años 90 en una serie de intervenciones psicosociales, fundamentalmente en el tratamiento de fobias (North, North, & Coble, 1998), (Carlin, Hoffman, & Weghorst, 1997). Posteriormente ha habido una promoción en el uso de la RV en otros ámbitos, como en medicina, en cirugías digestivas (Marescaux et al., 1997), en el entrenamiento para la cirugía laparoscópica (M. S. Wilson, Middlebrook, Sutton, Stone, & McCloy, 1997); la rehabilitación física (P. N. Wilson, Foreman, & Stanton, 1997) y en la investigación del control motor (Fasse, Hogan, Kay, & Mussa-Ivaldi, 2000).

El empleo de RV en intervenciones psicosociales sigue siendo uno de los campos más avanzados en la actualidad. Se emplea la RV para el diagnóstico y tratamiento de los trastornos psiquiátricos (Gorrindo & Groves, 2009). Diversos estudios han mostrado que la RV puede ser tan eficaz como las terapias convencionales para el tratamiento de la acrofobia (Emmelkamp PM, 2002), el miedo a volar (da Costa, Sardinha, & Nardi, 2008), la esquizofrenia (Choi et al., 2010; Josman N, 2009), los trastornos de ansiedad social (Cornwell BR, 2010), los trastorno por estrés postraumático (Kramer TL, 2010; Wood et al., 2011). etc., recreando la situación en concreto de la forma más real posible.

En Medicina se inicia el empleo de la tecnología basada en RV debido a la necesidad de visualizar datos médicos complejos, especialmente durante las cirugías y su planificación (Riva, 2003). Ejemplos de aplicaciones de RV en medicina son: la creación de un “paciente virtual” modelando en 3D sus estructuras anatómicas y patológicas a partir de las

estructuras identificadas, por ejemplo en un Tomografía Axial Computarizada (TAC) o resonancia magnética, lo que ayuda a establecer el diagnóstico y a planificar la terapia y el seguimiento del paciente (Baumhauer, Feuerstein, Meinzer, & Rassweiler, 2008; Riva, 2003); entrenamiento para la realización de cirugías (Beier F, 2011), etc.

2.2. Realidad Virtual en neurorehabilitación

Es en la actualidad, tras la evidencia de resultados positivos mostrada en el empleo de RV en intervenciones psicosociales, cuando comienza a aplicarse en otros campos como la neurorehabilitación. La neurorehabilitación es un campo en el que el empleo de la RV en la práctica clínica no es muy cuantioso. Resulta interesante conocer todos aquellos estudios o revisiones que muestren el efecto que las terapias basadas en un sistema de RV tienen en las personas que padecen algún tipo de enfermedad neurológica, y los posibles efectos positivos que puede tener su empleo en su recuperación, teniendo en cuenta la evidencia mostrada en la aplicación de la RV en otros campos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define rehabilitación como *“conjunto de medidas sociales, educativas y profesionales destinadas a restituir al paciente minusválido la mayor capacidad e independencia posibles”*. (OMS, 1968). Recientemente la OMS incluye la definición de Neurorehabilitación como un *“proceso activo por medio del cual los individuos con alguna lesión o enfermedad neurológica pueden alcanzar la recuperación integral más óptima posible, que les permita su desarrollo físico, mental y social de la mejor forma, para integrarse en su medio ambiente de la manera más apropiada”* (OMS).

En la actualidad tanto neurofisiólogos y especialistas en rehabilitación como médicos rehabilitadores, fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales están empezando a interesarse por la RV como una herramienta de

estudio del control motor y para evaluar y tratar déficits motores; tales como el Accidente Cerebro Vascular (ACV) (Holden MK, 2002), la Esclerosis Múltiple (EM) (Baram & Miller, 2006; Fulk, 2005; Leocani L, 2007), o la Enfermedad de Parkinson (EP) (Albani et al., 2002).

La RV puede ser empleada como herramienta de rehabilitación o de evaluación. Se han descrito múltiples aplicaciones de la RV en la rehabilitación motora tanto en programas de entrenamiento del equilibrio y la postura (Kim, Yoo, & Im, 1999), entrenamiento de la marcha (Fung et al., 2004), rehabilitación de funciones del miembro superior (Piron, Cenni, Tonin, & Dam, 2001), como en las terapias de tolerancia al ejercicio y al dolor (Steele et al., 2003).

Otros estudios describen la RV como herramienta de evaluación; el empleo de un entorno virtual para la evaluación de actividades de la vida diaria (AVD's) (Zhang et al., 2003) o la evaluación de negligencias visuales tras un ACV (Broeren, Samuelsson, Stibrant-Sunnerhagen, Blomstrand, & Rydmark, 2007).

A pesar de que cada vez más se realizan estudios que evidencian la posible aplicación de la RV como forma de terapia, la RV en la práctica clínica es un concepto reciente. La mayoría de las aplicaciones son todavía muy experimentales, se trata de una forma de terapia novedosa sobre la que se están desarrollando pequeños estudios piloto a partir de los cuales se extraen resultados que precisan de un desarrollo mayor y contraste con estudios posteriores.

Se puede concluir que no existe mucha evidencia científica en este campo y surge la necesidad de conocer qué estudios se están realizando, cómo se desarrollan y cuáles son los resultados de la aplicación de las terapias basadas en sistemas de RV en neurorehabilitación.

3. Formulación de la pregunta de estudio

Tras la revisión se espera conocer:

- Aplicación y características de los estudios experimentales o revisiones sistemáticas en los que se ha empleado un sistema de RV como forma de terapia o evaluación en enfermedades neurológicas con afectación motora.
- Calidad de los artículos encontrados.
- Efectos y resultados de la aplicación de RV.
- Nivel de participación de la Terapia Ocupacional (TO) en el diseño y aplicación de las terapias.

4. Metodología

4.1. Tipo de estudio:

Se realiza una revisión sistemática cualitativa.

Las revisiones sistemáticas de la literatura científica son estudios pormenorizados, selectivos y críticos que tratan de analizar e integrar la información esencial de los estudios primarios de investigación sobre un problema de salud específico, en una perspectiva de síntesis unitaria de conjunto (Martín, 2006).

4.2. Fechas de consulta:

La búsqueda se ha realizado entre los meses de Marzo y Abril de 2011.

4.3. Criterios de inclusión y exclusión:

4.3.1. Criterios de inclusión:

- Estudios o revisiones sistemáticas en los que se evalúa o describe una aplicación de RV en personas con enfermedades neurológicas con alteración a nivel motor.
- Estudios o revisiones sistemáticas a los que se pueda tener acceso de forma gratuita o a través de los recursos de la biblioteca de la Universidad de la Coruña.

4.3.2. Criterios de exclusión:

- Estudios o revisiones sistemáticas en los que el sistema de RV empleado no se ajuste con la definición actual de RV.

4.4. Bases de datos empleadas y palabras clave:

Se lleva a cabo una búsqueda en las bases de datos MEDLINE - PubMed (National Library of Medicine, Estados Unidos) y Scopus (Elsevier)¹ con la combinación de las palabras clave: *User-computer interface, virtual reality, nervous system diseases, rehabilitation, motor skills, psychomotor disorders, neurological disorders, y occupational therapy.*

4.5. Estrategia de búsqueda²:

4.5.1. PubMed:

En una primera aproximación se realizó una búsqueda en PubMed empleando únicamente términos del tesoro de PubMed *Medical Subject Heading* (MeSH). Se encontraron una gran cantidad de artículos:

Rehabilitation [Mesh] AND User-Computer Interface [Mesh] AND Nervous System Diseases [Mesh]. Resultados: 168

Se consideró por tanto que este número de artículos no permite una búsqueda eficaz. Uno de los principales motivos de este resultado es la cantidad de conceptos diferentes que abarca el término MeSH *user-computer interface*. Su definición en la base de datos MeSH data de 1991 y no ha sido actualizada al ritmo de los avances tecnológicos sucedidos a partir de principios del S.XX. El término RV, entre otros, ha ido evolucionado a lo largo de estos años diferenciándose de sistemas robóticos u holográficos que también forman parte de tecnología de interacción persona-ordenador.

¹ Ver apéndice II: Características de las bases de datos empleadas

² Ver apéndice III: Detalle de los resultados en la búsqueda con cada una de las bases de datos

Resulta necesario por tanto, modificar la estrategia de búsqueda de la siguiente forma:

- Limitar el concepto MeSH *user-computer interface* con el operador booleano *NOT* y otros términos MeSH como *holography* y *robotics/instrumentation*. Con lo anterior se consigue definir el concepto de forma más cercana a la definición de RV actual, eliminando aquellos elementos que no se ajustan a la definición como la robótica o la holografía.
- División de la búsqueda empleando términos en:
 - Lenguaje controlado: descriptores, palabras clave o encabezamientos que la propia base de datos destina para definir los contenidos de los artículos y que proporcionan una búsqueda concisa³.

Como formas de lenguaje controlado se han empleado palabras clave:

- Mesh: palabras pertenecientes al tesauruso especializado de PubMed MeSH que serán los términos principales de la búsqueda.
- *Subheading* (subencabezamientos): palabras del tesauruso MeSH que nos permiten concretar en uno o varios aspectos específicos del término, permitiendo que la búsqueda sea más precisa.

³ Medline dispone de un Tesauruso propio: lista específica de términos con un significado fijo e inalterable y de la cual se hace una selección al catalogar, resumir, indexar, o buscando libros, revistas como tema y otros documentos. Este control tiene por objetivo evitar la dispersión con temas relacionados con encabezamientos diferentes. La lista puede ser modificada o ampliada únicamente por el organismo editor o emisor (PubMed, 1996).

- Lenguaje libre o natural: término propio del habla o de la escritura cotidiana (Estrada, 2006). Los términos empleados son aquellos que se utilizan en la literatura científica.

Al ampliar la búsqueda con lenguaje libre se han registrado 3 artículos más que los encontrados utilizando el lenguaje controlado y operadores booleanos.

4.5.1.1. Conceptos clave:

- Interfaz de interacción persona-ordenador (*user-computer interface* [MeSH]): parte de un programa informático interactivo que emite y recibe mensajes de los comandos de los usuarios (PubMed, 1991).
- Robótica (*robotics* [MeSH]): la aplicación de sistemas electrónicos de control computarizado para dispositivos mecánicos diseñados para realizar funciones humanas. Anteriormente se limitaba a la industria, pero hoy en día se aplica a los órganos artificiales controlados por dispositivos biónicos (bioelectrónica), como las bombas de insulina automatizadas y otras prótesis (PubMed 1987). Se ha combinado con el término instrumentación (*instrumentation* [MeSH]) como *subheading* (subencabezamiento).
- Holografía (*holography* [MeSH]): Grabación de imágenes tridimensionales en una película fotográfica exponiéndola a un haz láser reflejado por el objeto estudiado (PubMed, 1974).
- Realidad Virtual (*virtual reality*): término en lenguaje libre. En Realidad Virtual se describe un escenario generado por un ordenador (un mundo virtual) con el que el usuario puede interactuar en 3 dimensiones sintiendo que forma parte de la escena. Es una tecnología que se basa en la generación interactiva

multisensorial de estímulos en un mundo real, permitiéndonos llevar la complejidad del mundo físico a un ambiente controlado en el que podemos modificar y controlar un gran número de variables físicas que influyen en el comportamiento mientras se graban las respuestas fisiológicas y cinemáticas (Keshner, 2004).

- Enfermedades del sistema nervioso (*nervous system diseases* [MeSH]): enfermedades del sistema nervioso central y periférico. Esto incluye trastornos del cerebro, médula espinal, nervios craneales, nervios periféricos, nervios raíces, sistema nervioso autónomo, unión neuromuscular y músculo (PubMed, 1965).
- Rehabilitación (*rehabilitation* [MeSH]): restauración de las funciones humanas el máximo grado posible en una persona o personas que sufren una enfermedad o una lesión (PubMed, s.a⁴).
- Neurorehabilitación (*neurorehabilitation*): término en lenguaje libre. Definido por la OMS como un proceso activo por medio del cual los individuos con alguna lesión o enfermedad neurológica pueden alcanzar la recuperación integral más óptima posible, que les permita su desarrollo físico, mental y social de la mejor forma, para integrarse en su medio ambiente de la manera más apropiada (OMS).
- Habilidades motoras (*motor skills* [MeSH]): rendimiento en actos motores complejos (PubMed, s.a). Se ha combinado con los términos Fisiología (*physiology* [MeSH]) y Fisiopatología (*physiopathology* [subheading]) como *subheading* (subencabezamientos).

⁴ s.a: sin año. En la base de datos MeSH no se identifica el año en el que se define este término.

- Trastornos psicomotores (*psychomotor disorders* [MeSH]): anomalías de la función motora que está asociado con trastornos cognitivos orgánicos y no orgánicos (PubMed, 1969).
- Trastornos neurológicos (*neurological disorders*): término en lenguaje libre. Se puede definir como aquel que implica un trastorno anatómico y/o fisiológico reconocible del sistema nervioso. Sin embargo, no todos los trastornos cumplen este criterio. Por ejemplo, algunos casos de epilepsia, jaquecas, síndrome de fatiga crónica y trastornos del sueño no tienen una base clara estructural o fisiológica (Langton & Tennant, 2003).
- Terapia Ocupacional (*occupational therapy* [MeSH]): tratamiento especializado que ayuda a las personas a lograr la independencia en todas las facetas de su vida. Asiste en el desarrollo de las habilidades necesarias para una vida independiente (PubMed, s.a.)

4.5.1.2. Límites:

- Idiomas: español e inglés
- Fechas: publicado en los últimos 10 años

4.5.1.3. Cajas de búsqueda:

- Con términos en lenguaje controlado:

Nervous System Diseases/rehabilitation [Mesh] AND (User-Computer Interface [Mesh] NOT Robotics/instrumentation [Mesh]) AND (Motor Skills/physiology [Mesh] OR Motor Skills/physiopathology [Mesh]).

Resultados: 8

User-Computer Interface [Mesh] NOT Robotics/instrumentation [Mesh] NOT Holography [Mesh] AND Psychomotor Disorders/rehabilitation [Mesh] AND Nervous System Diseases/rehabilitation [Mesh]. Resultados: 8

Occupational Therapy [Mesh] AND User-Computer Interface [Mesh] NOT Robotics/instrumentation [Mesh] AND Nervous System Diseases [Mesh]. Resultados: 14

- Con términos en lenguaje libre o natural en combinación con términos MeSH:

Nervous System Diseases/rehabilitation [Mesh] AND virtual reality AND (Motor Skills/physiology [Mesh] OR Motor Skills/physiopathology [Mesh]). Resultados: 7

Occupational Therapy [Mesh] AND virtual reality AND Nervous System Diseases [Mesh]. Resultados: 8

4.5.2. SCOPUS

La base de datos SCOPUS no tiene tesoro propio por lo que se ha realizado una búsqueda de términos en lenguaje libre. Se ha tomado como referencia los términos MeSH de la base de datos PubMed (ya que SCOPUS cuenta con el tesoro de Medline) con el fin de equiparar los términos de la búsqueda en la medida de lo posible.

SCOPUS permite definir un término como *KEY* entre paréntesis como palabra clave en la búsqueda, se establece como *KEY virtual reality OR virtual system* por ser éste el tema principal.

4.5.2.1. Conceptos clave:

Realidad Virtual (*virtual reality*) término en lenguaje libre, Sistema virtual (*virtual system*), Rehabilitación (*rehabilitation*), Terapia Ocupacional (*occupational therapy*), Neurorehabilitación (*neurorehabilitation*), Trastornos neurológicos (*neurological disorders*), Enfermedades del sistema nervioso (*nervous system diseases*).

4.5.2.2. Límites:

- Idiomas: español e inglés
- Fechas: publicado en los últimos 10 años

4.5.2.3. Caja de búsqueda:

KEY (virtual reality OR virtual system) AND rehabilitation OR occupational therapy OR neurorehabilitation AND neurological disorders OR nervous system diseases. Resultados: 43

4.6. Selección de los resultados de la búsqueda:

Una vez determinados el número de artículos se han introducido aquellos que cumplen los criterios de inclusión en unas tablas del programa Excel de Windows divididos por bases de datos y se han eliminado los que cumplen los criterios de exclusión. En la figura 1 se describe como se ha realizado la selección de de los artículos incluidos finalmente en la revisión. La figura 1 se complementa con la figura del Apéndice III sobre los resultados en la búsqueda con cada una de las bases de datos.

Conjuntamente se ha realizado una revisión manual de artículos duplicados, artículos no científicos (cartas al director, artículos de opinión,...) y aquellos cuyo contenido no guarde relación con el objetivo de esta revisión. Finalmente, se han incluido en el análisis final 29 artículos divididos en artículos de estudios experimentales (17) y revisiones sistemáticas (12).

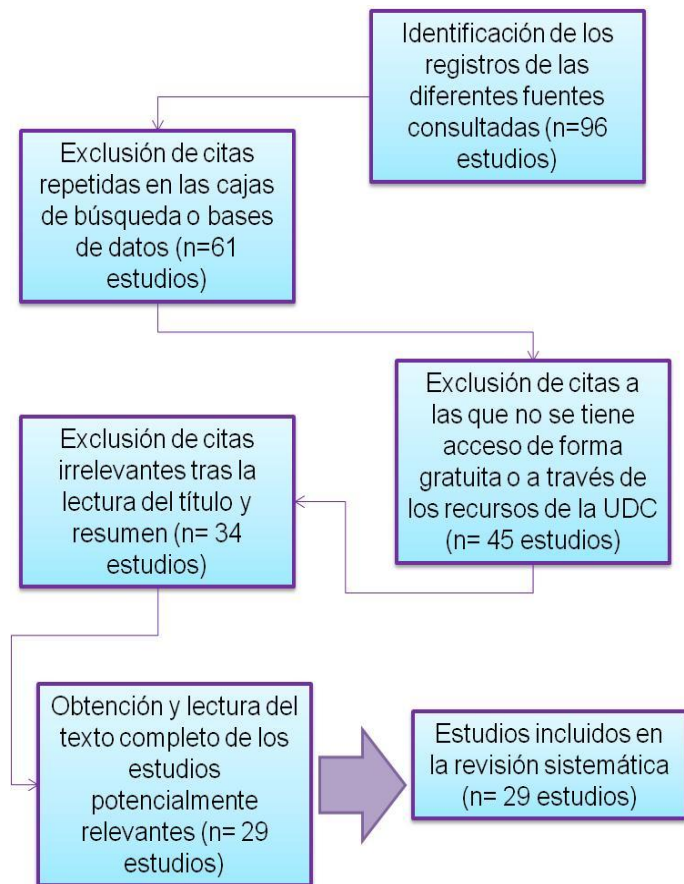


Figura 1: Descripción del proceso de selección de los estudios

Cada una de las tablas Excel recoge la siguiente información:

a- Identificación del artículo:

- Autor y título del artículo.
- Año de publicación.
- Base de datos en la que se ha obtenido el artículo.
- Título de la revista: nombre completo de la revista en la que ha sido publicado el artículo.
- Caja de búsqueda: se han empleado diferentes cajas de búsqueda que identifican la forma en la que se ha localizado cada artículo.

b- Determinación de la calidad del artículo:

- Número de citas: número de veces que un artículo ha sido citado en otros artículos.
- Factor de impacto (FI) *Journal Citation Reports* (JCR) obtenido a través de *ISI Web of Knowledge (ISI)*.
- FI *SCImago Journal Rank* (SCR) obtenido a través de SCOPUS.
- Identificación de acceso de forma gratuita o a través de los recursos de la biblioteca de la Universidad de la Coruña.

c- Análisis de los resultados:

- Tipo de estudio: se han identificado los estudios como estudio preliminar, estudio pre-post test, estudio de caso, estudio no controlado, estudio controlado no aleatorizado, estudio controlado aleatorizado, revisión sistemática y meta-análisis. Además se han clasificado según *North of England Evidence Based Guideline Development Project 1996* (tabla I), que a su vez nos permite conocer el grado de evidencia de los artículos (Guerra, Martín, & Santos, 2003).

North of England Evidence Based Guideline Development Project, 1996
Categorization de la evidencia
I: Ensayos clínicos controlados, metaanálisis o revisiones sistemáticas bien diseñadas
II: Estudios controlados no aleatorizados bien diseñados (cohortes, casos y controles)
III: Estudios no controlados o consenso

Tabla I: *North of England Evidence Based Guideline Development Project, 1996*

- Patología.
- Método: descripción del sistema de RV empleado (RV inmersiva, seminmersiva o no inmersiva), duración de la intervención, número de participantes, etc.
- Efectos: resultados obtenidos tras el empleo del sistema de RV.
- Participación de TO: definición del grado de participación de la TO en el proceso de la terapia de RV.

Simultáneamente a la inclusión de los artículos a una tabla de Excel se han exportado los artículos seleccionados al gestor de referencias bibliográficas EndNote, con el fin de crear una base de datos a partir de la cual se referencia los artículos seleccionados en este documento.

5. Resultados

5.1. Estudios incluidos

Los 29 artículos incluidos finalmente en la revisión se han analizado clasificando los artículos en estudios experimentales (17) y revisiones sistemáticas (12).

5.2. Análisis de los resultados

5.2.1. Análisis de la calidad de los artículos

Se determina la calidad de los artículos en función de diferentes indicadores bibliométricos como el FI de la revista en la que se publica, el número de citas que recibe el artículo y el índice H del primer y último autor (sólo de los artículos más relevantes).

5.2.1.1. Factor de impacto (FI)

El FI es un indicador del prestigio de una publicación científica. Se basa en el cálculo del número de veces en que los artículos publicados en un periodo de dos años en una revista determinada han sido citados por las publicaciones a las que se les da seguimiento a lo largo del siguiente año. Hasta hace poco el JCR era el único recurso que existía para calcular el FI pero éste presenta ciertas limitaciones como que sólo calcula el indicador a partir de las revistas que el ISI (*Institute for Scientific Information*) contempla en su base de datos (Torres-Salinas, Jiménez-Contreras, 2010). Existen nuevas herramientas que calculan el FI teniendo en cuenta más factores de interpretación (número de autocitas, ponderación de revistas citantes según su prestigio,...) ampliando con ello la ventana de citación (Eigen factor de ISI, SNIP de Elsevier,..). En esta

revisión se utiliza, además del JCR, el SJR producto del grupo de trabajo *SCImago Research Group* y disponible en SCOPUS. Este además de ser un recurso gratuito en la red registra muchas más publicaciones. Por ejemplo en esta revisión, y como se observa en la gráfica 1, el indicador FI de JCR no contempla el 59,09% de las publicaciones de esta revisión mientras que las revistas no reflejadas en el FI de SJR representan sólo el 18,18%. Si evaluáramos solo el FI de JCR no podríamos cuantificar la diferencia de impacto entre las revistas que no lo tienen por lo que estudiar el FI de SJR se hace necesario para caracterizar el mayor número de publicaciones.

En la gráfico 1 se observa que las revistas donde se han publicado los artículos seleccionados tienen factores de impacto muy dispares. 4 revistas no tienen factor de impacto ni en JCR ni en SJR y sólo dos superan los 5 puntos de FI (Apéndice IV): *Stroke* con un FI en JCR de 7.041 y *Current Opinion in Neurology* con un FI en JCR de 5.43.

Algunas revistas han publicado más de un artículo de los seleccionados: tres artículos han sido publicados en *Stroke* y en *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* y dos artículos en *Top Stroke Rehabilitation*, en *American Journal Of Occupational Therapy*, en *Developmental Medicine & Child Neurology* y en *Disability and Rehabilitation*. Todas ellas con un factor de impacto mayor que 1.

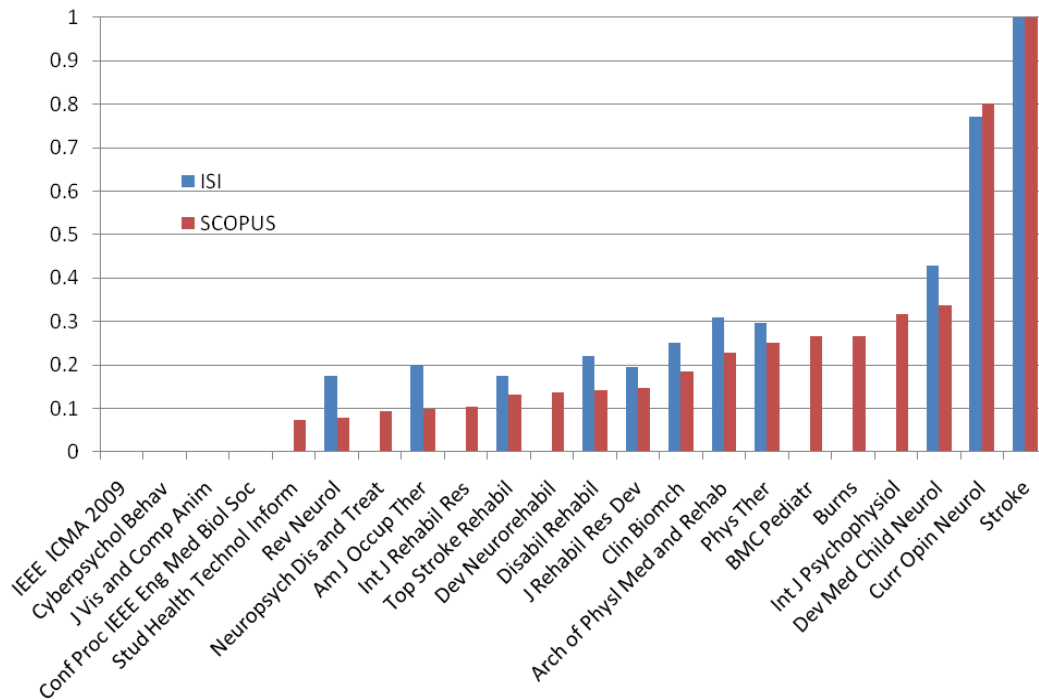


Gráfico 1: Comparativa de FI en JCR SJR

5.2.1.2. Número de citas

El análisis de citas es el indicador bibliométrico más utilizado. Nos sirve para saber el número de publicaciones que han mencionado el artículo en cuestión y con ello, extrapolar la calidad, repercusión y/o interés que ha tenido su investigación.

El tipo de publicación influye en el número de citas recibidas ya que las revisiones sistemáticas, por ejemplo, suelen ser más citadas que los estudios experimentales. Es por ello que el análisis se ha dividido en estudios experimentales y revisiones:

- Estudios experimentales:

De los artículos de estudios experimentales solo existen dos que no han sido citados nunca (gráfico 2). Esto puede ser debido a que el

artículo ha sido de poca trascendencia con resultados poco significativos o que, por ejemplo, se haya publicado recientemente como parece ser el caso de Muniñ (2010) y Gou (2009).



Gráfico 2: Número de citas en los estudios experimentales

- Revisiones sistemáticas:

De los artículos de revisión (gráfico 3) sólo el de Weiss (2009) no se ha citado nunca. Los demás han sido citados más de una vez. Destaca el número de citas de Henderson (2007) que tiene 40 y el de Kraukauer (2006) que tiene 101.



Gráfica 3: Número de citas en las revisiones sistemáticas

5.2.1.3. Índice H

El índice H pretende medir la calidad de la producción científica de cada autor. Se realiza en relación a un tiempo determinado y compara el número de artículos publicados y el número de citas de cada uno de los artículos.

Se calculó el índice H únicamente del autor con mejor producción científica según el número de citas recibidas en el artículo elegido en esta revisión y el factor de impacto de la revista donde publicó este artículo (Gráfico 4A).

Dentro de los estudios experimentales, el artículo de You, S.H (You et al, 2005b) fue publicado en la revista *Stroke* (F.I del JCR: 7,041) y fue citado 38 veces. El índice H de este autor es de 10 (Gráfico 4B). Esto quiere decir que You S.H tiene 10 artículos publicados que por lo menos han sido citados unas 10 veces. De la misma forma el índice H del último

autor de este artículo es de 14 (Lee M.Y.). Lo que hace muy significativa la calidad de sus publicaciones.

Dentro de las revisiones, la revisión sistemática realizada por Krakauer, J.W. (único autor) en el 2006 fue publicada en la revista *Current Opinion Neurology* con un FI (en el JCR) de 5.43 y fue citado 101 veces. La cantidad-calidad de su producción científica se ve reflejada en el índice H de este autor que es de 18; lo que significa que 18 de sus artículos han sido citados por lo menos 18 veces (Gráfico 4C).

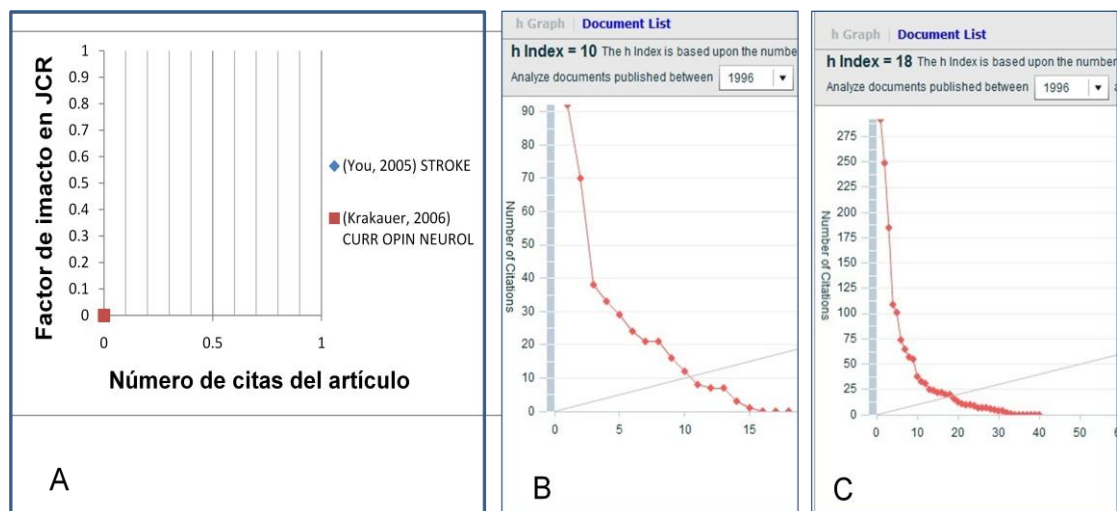


Gráfico 4. A) Comparación de los dos artículos con mayor número de citas recibidas y con el mayor FI de las revistas dónde fueron publicados. B) Índice H de You S.H. C) Índice H de Krakauer J.W.

5.3. Análisis del tipo de estudio, la metodología, efectos e implicación de la TO

Para realizar este análisis se describen brevemente las características de cada uno de los artículos incluidos en la revisión, por un lado los estudios experimentales y por otro las revisiones sistemáticas.

Para precisar la parte metodológica y efectos e implicación de la TO se han realizado dos tablas, una por cada tipo de artículo, con un resumen de sus características.

5.3.1. Estudios experimentales (tabla II)

- ACV

En el tratamiento del ACV se han encontrado diversos estudios enfocados a mejorar el rendimiento en AVD's. En un estudio controlado no aleatorizado realizado por el Departamento de TO de la Universidad de Hayfa, Israel, se desarrolló un sistema de RV no inmersiva que ha demostrado ser eficaz como forma de terapia en tareas con objetivo (la selección de artículos de la compra) (Rand, Katz, & Weiss, 2007). Un par de años más tarde los mismos autores publicaron un estudio de caso pre-post test en el que un sujeto realizaba la tarea de la compra completa en un supermercado virtual, mostrando resultados positivos tanto dentro de un entorno virtual como en uno real (Rand, Weiss, & Katz, 2009). Otro ejemplo de empleo de RV en el entrenamiento de AVD's es un estudio controlado aleatorizado que muestra resultados efectivos similares a los observados en un entorno real, en el que el usuario cruza la calle en un entorno virtual (Katz et al., 2005a). En otros estudios se entrenan actividades deportivas como el *steep, snowboarding* (estudio de caso pre-post test) (You et al, 2005b) o el fútbol (Sung et al., 2005). En éste último –estudio pre-post test con evaluador ciego- se identificaron cambios en la reorganización neuronal mediante Resonancia Magnética Funcional (RMf) asociados a una leve recuperación motora tras el entrenamiento de diferentes juegos dentro de un entorno virtual.

En otro estudio, en una primera aproximación para evaluar la viabilidad de un sistema de RV como herramienta terapéutica, optaron por realizar un experimento pre-post test sin control con un grupo de 5 sujetos sanos y se les pidió realizar una tarea empleando su brazo no

dominante (simulando así una afectación de control motor leve) extrapolando la conclusión de que la RV podría ser útil en la rehabilitación del miembro superior de personas con ACV (Gou, Song, & Ren, 2009).

Diferentes estudios enfocan el empleo de RV en ACV buscando conocer el grado de inmersión del sujeto en un entorno virtual y qué implicación podría tener éste en la efectividad de la terapia: se encontró un estudio preliminar en el que se obtiene un grado de inmersión alto tanto en un grupo de personas con ACV como en un grupo control (Crosbie, Lennon, McNeill, & McDonough, 2006), o un estudio de caso realizado por terapeutas ocupacionales (TOs) que indican tener una buena sensación de presencia en el entorno virtual presentado (Kizony, Katz, & Weiss, 2003) recomendando el sistema para tratar los ACV.

- Parálisis Cerebral (PC)

Se han realizado estudios que muestran mejorías en las habilidades motoras del miembro afectado en personas con PC (Chen et al., 2007), como un estudio de caso pre-post no aleatorizado en el que tras el empleo de una terapia basada en un sistema de RV se evidencian mejorías en las habilidades de miembro superior (You et al., 2005a).

Golomb et al. en 2010 también realizan una terapia de miembro superior basada en RV instalando un sistema en casa de niños con PC. En él, un grupo de TOs realizan una evaluación y un seguimiento de toda la terapia evidenciando mejorías en la mano pléjica (Golomb et al., 2010).

- Tetraplejía

Se incluye un estudio de caso controlado no aleatorizado en el que el entorno de RV semi-inmersivo simula una calle en la que el sujeto (lesionado medular a nivel de la vértebra cervical C4) sigue unos ejercicios determinados mientras se realiza un Electroencefalograma (EEG) y un Electrocardiograma (ECG). Los resultados muestran que las

técnicas de EEG y el ECG pueden ser útiles como control en estudios de interacción persona-ordenador (Pfurtscheller, Leeb, Friedman, & Slater, 2008).

- Lesión Medular (LM)

Un estudio controlado pre-post test realizado por TOs de diferentes Universidades de Israel, muestra el empleo de un sistema de RV no inmersivo en el que los sujetos (lesiones medulares con diferentes niveles de lesión principalmente torácico bajo) observan diferentes entornos -con pájaros y pelotas, una portería de fútbol, *snowboard*,...-, a partir del cual se realiza una terapia de entrenamiento del equilibrio. Los resultados del estudio no resultan claros ya que, aunque se comparan con un grupo control, no se identifican el número de sesiones o la duración de las mismas, no pudiendo elucidar efectos concretos tras el empleo del sistema (Kizony, Raz, Katz, Weingarden, & Tamar Weiss, 2005).

- Lesión cerebral

Un entorno de RV puede emplearse como herramienta de evaluación y/o de entrenamiento en las AVD's de personas que hayan sufrido algún tipo de lesión cerebral, como nos muestra el estudio prospectivo pre-post test controlado realizado por Zhang. En él se diseñó una cocina virtual en la que los usuarios realizan un plato de comida siguiendo unas recetas determinadas. En este caso es el departamento de TO el que realiza una evaluación de los sujetos previa a la terapia a seguir. La misma actividad se realizó también en un entorno real para determinar si se realiza de la misma forma que en un entorno virtual. Los resultados concluyen que la evaluación en virtual es un buen predictor de la actuación en la realidad y que la RV puede ser empleada como herramienta de evaluación y rehabilitación cognitiva en sujetos que han sufrido una lesión cerebral (Zhang, et al., 2003).

- Distrofia Muscular (DM)

En la revisión se incluye un estudio controlado aleatorizado en el que se muestra que un entorno de RV no inmersivo puede emplearse como estrategia para evaluar la fuerza de forma cuantitativa representando las características del movimiento en un entorno virtual mediante dispositivos táctiles (Munih, Bardorfer, Čeru, Bajd, & Zupan, 2010).

- Quemados

Un estudio preliminar elaborado en el departamento de TO y de fisioterapia del Centro de Quemados de la Universidad de Wisconsin realizó una investigación que, a diferencia de otros, no pretendía evaluar el efecto de RV sino que quería determinar la cantidad de personal y de recursos necesarios para emplear un sistema de RV. Se vio que es necesario una gran cantidad de tiempo, personal y recursos para la utilización de un sistema de RV por lo que se hace necesario el estudio de sus efectos y la minoración de su costes (Markus et al., 2009).

- Rehabilitación

En un estudio piloto fueron los propios TOs los sujetos experimentales para probar la posible utilización de un sistema de RV. Tras la evaluación mediante cuestionarios de satisfacción se llegó a la conclusión de que podría ser una buena herramienta en su práctica diaria considerando la necesidad de mejorar algunos aspectos relacionados con la adaptación a situaciones cotidianas (Kayyali et al., 2007).

Autor, año	Patología	Tipo de estudio	Tipo de RV	Intervención	Resultados/Efecto	TO
Chen et al., 2007	PC (4 S)	CA NC II	Semi-inmersiva	4 sem 2 h por sem	(+) mejoría del movimiento de alcance	No, los S reciben TO
Crosbie et al., 2006	ACV (3 grupos ACV, 1 sano)	PRE III	Inmersiva	No se proporcionan datos	(+) inmersión efectiva en ambos grupos, con más problemas en el caso de grupo ACV	No
Golomb et al., 2010	PC (3 S)	PRE III	No Inmersiva	30 min al día 5 días a la sem	(+) los 3 S mostraron mejorías en la mano plejica	Si, evaluación y seguimiento
Gou et al., 2009	ACV simulación (5 S sanos)	N C pre-post III	No Inmersiva	Tarea 30 veces por día, 3 sem de entrenamiento.	(+) entrenamiento efectivo para la RH del miembro superior	No
Katz et al., 2005	ACV-NUS (2 grupos ACV, 11 exp y 8 control)	C A I	Semi-inmersiva	4 sem 3 sesiones por sem de 45 min total 9 h	(+) RV efectivo como entrenamiento al cruzar la calle, se extiende al mundo real	Si, colabora en ejercicios pero no en diseño. AVD
Kayyal et al., 2007	RH en general. 5 S	NC III ⁵	No Inmersiva	No se proporcionan datos	(+) el sistema puede ser beneficioso pero necesita algunas mejorías, como la adaptación a situaciones de la vida diaria	Si, evalúan el sistema

⁵ Índice de evidencia según *North of England Evidence Based Guideline Development Project, 1996*

Kizony et al., 2003	ACV/LM	CA II	Semi-inmersiva	No se proporcionan datos	(+) estudio de casos en los que se emplea RV en diferentes patologías, concluye la posibilidad de sensación de presencia	Si, en todo el proceso
Kizony et al., 2005	LM (13 LM, 12 controles)	C pre-post II	No Inmersiva	No se proporcionan datos	(-) No se proporcionan datos sobre la evolución de pacientes, solo se compara su realización con S sin discapacidad	Si, en todo proceso
Markus et al., 2009	Quemados (10 S)	PRE III	Inmersiva	15 min (total 59 min)	(-) terapia basada en RV requiere una gran cantidad de tiempo y de personal. Necesidad de mayor investigación	Si, la terapia RV se realiza en TO y en fisioterapia
Munih et al., 2010	DM (32 DM, 19 sanos)	C A I	No inmersiva	Cada prueba se ha evaluado como mínimo dos veces en cada brazo	(+) RV como herramienta de evaluación de la fuerza en DM	No
Pfurtscheller et al., 2008	Tetraplejía, C4 (1 S)	CA C NA II	Semi-inmersiva	No se proporcionan datos	(+) EEG y ritmo cardíaco como control en estudios de interacción máquina-ordenador	No
Rand et al., 2007	ACV (107 S, 14	C NA II	No Inmersiva	Se proponen entre 2-3	(+) diferencias entre los grupos.	Si, AVD

	ACV, 93 sanos)			min de entrenamiento inicial	RV efectiva en tareas con objetivo	
Rand et al., 2009	ACV (4 S)	CA C pre-post II	No Inmersiva	Sesiones de 60 min durante 3 sem	(+) mejores resultados después de la terapia tanto en real como en virtual	Si, en todo proceso
Sung et al., 2005	ACV (5 S)	PRE III	Semi-inmersiva	60 min. Al día. 5 días a la sem.	(+) RV induce cambios en la neuroplasticidad asociados a la recuperación motora	No
You et al., 2005a	PC (1 S)	CA pre-post NA II	Inmersiva	60 min al día 5 veces a la sem por 4 sem	(+) mejorías en las habilidades del miembro afectado	No
You et al., 2005b	ACV (2 grupos ACV, 5 exp y 5 control)	C A pro-post I	Semi-inmersiva	60 min. por día, 5 días a la sem. por 4 sem.	(+) diferencias significativas de ambos grupos, la función motora mejora significativamente después de RV	No
Zhang et al., 2003	Lesión cerebral (54 S con lesión cerebral)	Prospectivo, pre-post C I	Semi-inmersiva	2 veces a la semana	(+) RV efectiva como terapia RV y como evaluación	Si, en la evaluación. AVD.

Nota: RV: realidad virtual, TO: terapia ocupacional, ACV: accidente cerebrovascular, S: sujetos, RH:rehabilitación, C:controlado, N C: no controlado, N A: no aleatorizado, AVD: actividades de la vida diaria, CA: caso, PC: parálisis cerebral, PRE: preliminar, NUS: negligencia unilateral espacial, DM: distrofia muscular, LM: lesión medular.

Tabla II: Características de los estudios experimentales incluidos.

5.3.2. Revisiones sistemáticas (tabla III)

- ACV

En la mayoría de las revisiones de RV sobre ACV se realiza un análisis de las diferentes formas de terapia que existen en personas con ACV, como la realizada por Krakauer en 2006 en la que se hace una descripción de técnicas de aprendizaje motor entre las que se encuentran la RV como parte de una terapia en los movimientos del brazo (Krakauer, 2006; Stein, 2004), (Teasell & Kalra, 2004).

Se han encontrado también otro tipo de revisiones más específicas de la aplicación de RV en ACV, como una revisión sistemática con RV no inmersiva en la que se describe cómo es posible evaluar la capacidad de planificación y ejecución de una tarea mediante un sistema de RV. En éste, se proporciona una lista de artículos que deben comprar en un supermercado. Los participantes recorren una tienda virtual eligiendo los productos. Con variables como el tiempo que les llevó hacer la tarea y los errores cometidos se pudieron caracterizar ciertas disfunciones cognitivas (Weiss & Klinger, 2009).

Por otro lado, un equipo de la Universidad de McGill, Canadá, formado por un neurólogo, un TO y un Fisioterapeuta realizaron una revisión exhaustiva con el objetivo de describir si la RV inmersiva o no inmersiva es más eficaz que las terapias convencionales de miembros superiores (MMSS). El estudio concluye que a pesar de que existe muy poca evidencia sobre la comparación de terapias convencionales y las basadas en RV, la RV inmersiva, resulta tan efectiva en el entrenamiento de MMSS como las convencionales mientras que la no inmersiva no lo es (Henderson, Korner-Bitensky, & Levin, 2007).

- Neurorehabilitación

Algunas revisiones describen la aplicación terapéutica de la RV desde una perspectiva más global sin centrarse en una patología en concreto. Un ejemplo es la revisión de Peñasco-Martin et al. que analiza la aplicación de la RV en ACV, LM, Enfermedad de Parkinson (EP), etc. concluyendo que la mayoría de los estudios son sobre pacientes con ACV y que los estudios no demuestran eficacia clínica (Peñasco-Martin et al., 2010). En la misma dirección, Liebermann et al. sugieren la RV como forma de terapia dándole especial importancia a la motivación que genera un entorno virtual aunque ven necesario realizar más estudios para poder contrastar los efectos observados (Liebermann, Buchman, & Franks, 2006) mientras que, por otro lado, una revisión sistemática acerca de la aplicación de RV no inmersiva muestra un claro efecto positivo (Morganti et al., 2003) sin hacer mención a la falta de evidencia científica descrita por algunos autores.

Otras revisiones tratan la RV de forma transversal indicando su posible aplicación terapéutica en el campo de la pediatría: niños con PC, autismo, Síndrome Alcohólico Fetal (SAF), déficit de atención, etc.(Parsons, Rizzo, Rogers, & York, 2009); en SAF (Peadon, Rhys-Jones, Bower, & Elliott, 2009); o en Lesión cerebral traumática (Flanagan, Cantor, & Ashman, 2008)

La mayoría de las revisiones sistemáticas coinciden en que la RV es una forma alternativa de terapia con importantes beneficios en el tratamiento de enfermedades neurológicas en general y en trastornos específicos como ACV, PC, SAF, etc.

Autor, año	Patología	Tipo de estudio	Tipo de RV	Descripción	Resultados/Conclusiones	TO
Flanagan et al., 2008	Lesión cerebral traumática	RS	Inmersiva/No inmersiva	Descripción de herramientas de evaluación y tratamiento en lesión cerebral traumática, entre ellas la RV	(+) Empleo de RV como una forma alternativa de terapia, con importantes beneficios	No
Henderson et al., 2007	ACV	RS	Inmersiva/No inmersiva	Descripción de si la RV inmersiva o no inmersiva es más eficaz que las terapias convencionales de MMSS	(-) La evidencia de la efectividad de RV está limitada por ello resulta importante la realización de estudios clínicos adicionales	Si, en todo el proceso
Krakauer, 2006	ACV	RS	Inmersiva/No inmersiva	Descripción sobre aprendizaje motor en NRH de ACV, terapia de robótica, EMG, RV	(-) Estudios pequeños que no incluyen controles	No
Liebermann et al., 2006	RH motora	RS	Inmersiva/No inmersiva	Descripción de los sistemas de realidad virtual y algún efecto de entrenamiento	(+) Efectos que deben ser contrastados con más estudios. Importancia de la motivación que los sistemas RV pueden	No

						aportar a la RH
Morganti et al., 2009	NRH	RS	No Inmersiva	Obtención de imágenes motoras a través de RV	(+) Apoyo a través de imágenes mentales en RV puede ser una intervención eficaz en la RH de pacientes	No
Parsons et al., 2009	Pediatría	RS	Inmersiva/No inmersiva	Empleo de RV en PC, autismo, déficit de atención, SAF	(-) La RV como método efectivo en trastornos específicos, la literatura encontrada presenta importantes limitaciones metodológicas, como el empleo de muestras pequeñas o la ausencia de grupos control	No
Peardon et al., 2009	SAF	RS	Inmersiva/No inmersiva	Descripción de diferentes intervenciones, entre ellas farmacoterapia, juego en RV, etc. Referencia a 2 artículos de RV	(-) Errores metodológicos: muestras pequeñas, diseño inadecuado y seguimiento a corto plazo. RV como terapia de la memoria	No
Peñasco-Martin et al., 2010	NRH	RS	Inmersiva/No inmersiva	Aplicación de RV en ACV, LM, EP, EM etc. Revisión descriptiva	(-) Diferentes estudios con diferentes resultados. Mayoría ictus y estudios de validez que	No

no demuestran eficacia clínica						
Stein, 2004	ACV/Daño cerebral	RS	Inmersiva/No inmersiva	Descripción estrategias de RH de ACV y daño cerebral: RH asistida con robots, RV, EEF, farmacoterapia, etc.	(-) Diseño de pequeños estudios pilotos	No
Teasell et al., 2004	ACV	RS	No se proporcionan datos	Descripción de formas de terapia en ACV. RH asistida con robot, RV, RH en casa. Revisión en la que se trata la RV de forma general	(+) RV como herramienta de capacitación en RH del ACV	No
Tosi et al., 2009	PC (adultos)	RS	No se proporcionan datos	Resumen de las conclusiones de un workshop de expertos en PC. Revisión de los conocimientos actuales y futuras investigaciones	(+) Identificación de intervenciones y nuevas tecnologías en NRH como la RV. RV como estrategia de mejora de MMSS y MMII	No

Weiss et al., 2009	ACV	RS	No Inmersiva	Descripción de diferentes ejemplos de RV, entre ellos la planificación y ejecución de la compra de artículos según una lista de la compra. Análisis de un estudio experimental: 9 S ACV y 40 sanos (20 mayores y 20 jóvenes)	(+) RV como herramienta de evaluación en tareas ejecutivas, correlación en la realización de la tarea en real y en virtual. RV como forma de terapia, resultados positivos como la motivación en ACV por déficit del MMSS	No
-------------------------------	-----	----	--------------	--	---	----

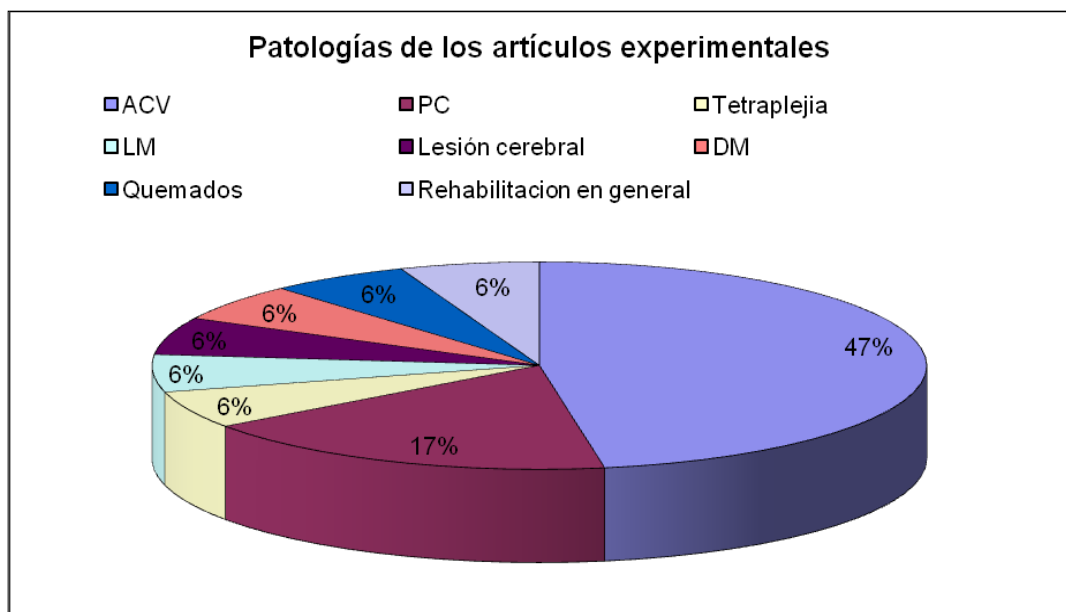
Nota: RV: realidad virtual, TO: terapia ocupacional, RS: revisión sistemática, NRH: neurorehabilitación, S: sujetos, ACV: accidente cerebrovascular, EP: enfermedad de parkinson, EMG: electromiografía, EEF: estimulación eléctrica funcional, SAF: síndrome alcohólico fetal, MMSS: miembro superior, MMII: miembro inferior.

Tabla III: Características de las revisiones sistemáticas incluidas

6. Síntesis de resultados, discusión y conclusiones

6.1. Síntesis de resultados

La mayoría de los artículos encontrados tratan sobre ACV, tanto en los estudios experimentales, de los cuales el 47% (Gráfica 4) de ellos son sobre ACV, como en las revisiones sistemáticas (el 41%).



Gráfica 4: Patologías de los estudios experimentales

En los artículos de estudios experimentales, predominan los estudios con un nivel de evidencia II según la clasificación *North of England Evidence Based Guideline Development Project 1996* (Guerra, et al., 2003), esto significa que la mayoría de los estudios son controlados no aleatorizados. Los estudios controlados, pertenecientes al nivel de evidencia I, sólo representan un total del 23% de los estudios experimentales. De estos estudios también se ha analizado la metodología y el efecto conseguido. Por un lado, la metodología se ha estudiado en función de si se realizaba el experimento en entornos de RV inmersivos, semi-inmersivos o no inmersivos, observando que en el 82%

de ellos se emplearon entornos de RV no inmersivos o semi-inmersivos,, siendo solamente un 25% entornos de RV inmersivos. En las revisiones sistemáticas se describen por igual los diferentes tipos de entornos.

Por otro lado se ha analizado el efecto conseguido en los estudios observando que la RV puede ser empleada como una herramienta de evaluación y tratamiento de enfermedades neurológicas, diversos estudios evidencian un efecto positivo de la aplicación de RV con metodologías de diversa índole. Un ejemplo de estudio bien diseñado es uno de You de 2005 (b) el cual recibió 38 citas (siendo el FI de la revista donde fue publicado de 7.014, y el índice H del autor principal de 10). Es uno de los pocos estudios controlados y aleatorizados encontrados y muestra efectos significativos en la mejora de la función motora en pacientes con ACV al aplicar RV (You, et al., 2005b). De la misma forma, se encontraron artículos que mostraron los mismos efectos positivos pero que emplearon una metodología más limitada, como el de Gou en 2009 que fue publicado en la *IEEE International Conference on Mechatronics and Automation ICMA 2009* que no tiene FI ni en JCR ni en SCR (Gou, et al., 2009).

La mayoría de las revisiones sistemáticas han sido publicadas en revistas con mayor FI y han obtenido un número de citas más elevado que los estudios experimentales. Un ejemplo de ello es la revisión publicada en *Current Opinion in Neurology* de Krakauer con un FI 5.43, un total de 101 citas, y un índice H de 18, se trata de una revisión con mucha repercusión a nivel científico pero no específica de la RV, puesto que trata sobre diversas formas de aprendizaje motor en la rehabilitación del ACV, entre las que se encuentra la RV (Krakauer, 2006). Por otro lado, se muestra un ejemplo contrario en el que los resultados de la revisión son específicos sobre la aplicación de RV, en concreto una descripción de diferentes sistemas de RV y formas de entrenamiento, pero la repercusión

a nivel científico es menor con un FI de 1.75 de la revista donde está publicado y un total de 13 citas recibidas (Liebermann, et al., 2006).

Finalmente se ha estudiado la participación de la TO en el diseño y aplicación de sistemas de RV que ha sido mayor en los estudios experimentales, en el 57% de los estudios se muestra algún tipo de participación de TO, bien sea en el diseño y ejecución completa de todo el estudio o como evaluadores de los sujetos y control de todo el proceso en la aplicación de la RV. Por otro lado, es importante tener en cuenta que la mayoría de los estudios incluyen como palabras clave las AVD's o la meta final de muchos de ellos es conseguir una mejora en el rendimiento de las mismas mediante el entrenamiento de la ejecución motora (Katz et al., 2005b, Rand, et al., 2007) y de las funciones cognitivas (Zhang, et al., 2003), , etc.

6.2. Discusión

Los resultados obtenidos en esta revisión permiten afirmar que existe una gran cantidad de literatura científica, tanto estudios experimentales como revisiones sistemáticas, que muestra un efecto positivo tras la aplicación de terapias basadas en sistemas de RV en las enfermedades neurológicas con afectación motora. Aunque el efecto de alguno no está tan claro por el tipo de estudio empleado. Por lo general se han realizado estudios con un número muy pequeño de sujetos y con importantes limitaciones metodológicas, como la no existencia de controles o de aleatorización. Lo anterior confirma lo ya explicado por Peñasco et al en 2010, la mayoría de los estudios sobre aplicaciones de RV son pequeñas experiencias encaminadas a validar el funcionamiento de un sistema en lugar de demostrar su eficacia clínica tras el diseño de una terapia completa (Penasco-Martin, et al., 2010).

El análisis de la calidad de los artículos encontrados ha servido para caracterizar la importancia sugerida por la comunidad científica de cada uno de los estudios y revisiones y así poder establecer conclusiones fehacientes sobre los objetivos planteados inicialmente en la búsqueda.

Las principales limitaciones de la búsqueda son por un lado, la falta de sensibilidad, esto es, no se han identificado la totalidad de los artículos existentes sobre el tema sino que se ha realizado una búsqueda precisa en la que se recuperan estudios pertinentes a la búsqueda pudiendo dejar por el camino estudios relevantes debido a su elevada exactitud.

Otra de las ilimitaciones en la búsqueda han sido los posibles sesgos como el de selección; al realizar la búsqueda con lenguaje controlado algunos términos Mesh como *user-computer interface* no han sido los más adecuados a nuestra búsqueda inicial, es por ello por lo que se han introducido términos en lenguaje no controlado como *virtual reality* para concretar la búsqueda. Por otro lado, se ha empleado PubMed que es una base de datos médica por lo que muchas revistas de informática o nuevas tecnologías (temas clave en esta revisión) como *Journal of Visualitation and Computer Animation* no se encuentran indexadas. Para solucionar lo anterior se ha recurrido a bases de datos con un mayor número de revistas indexadas y que por lo tanto abarcan un mayor número de áreas como SCOPUS.

Las búsquedas exhaustivas para una revisión sistemática suelen caracterizarse por tener una elevada sensibilidad y una baja precisión (Martín, 2006). Esta búsqueda se ha caracterizado por ser sensible al encontrar 96 artículos en el primer momento de la búsqueda. Debido al empleo de dos bases de datos se ha encontrado una gran cantidad de artículos duplicados de los cuales además se han eliminado aquellos que no tienen acceso gratuito o no están dentro del catálogo de la Universidad de la Coruña, siendo esto un importante sesgo de la búsqueda.

Finalmente, la búsqueda ha resultado ser precisa ya que se ha acotado incluyendo sólo aquellos artículos acordes a las definiciones establecidas de RV y que tratan sobre enfermedades neurológicas con alteración motora. Por lo tanto, podemos concluir que la búsqueda ha sido sensible en un primer momento para terminar siendo una búsqueda precisa y concreta.

El análisis de la calidad de los artículos se ha evaluado en función del FI y del índice H. Existen artículos publicados en revistas que no tienen FI, por lo tanto el considerar que algunos artículos no tienen calidad por carecer de FI puede no ser cierto y deberse únicamente a que la revista no está incluida en ISI. Por otro lado el análisis de los autores en función de su índice H puede estar sesgado ya que al calcularse según el número total de publicaciones aquellos autores con una corta carrera pueden estar en desventaja y no considerarse sus trabajos iniciales con la importancia que tienen, como la revisión de Henderson de 2007 que a pesar de haber recibido 40 citas su autora solo tiene un índice H de 1.

Las principales limitaciones para conocer la eficacia de la RV a través de los artículos analizados son la variabilidad de intervenciones/metodología que existe entre los diferentes estudios. Mientras unos consideran que la RV en 2D es inmersiva (Kizony, et al., 2003) otros denominan a una de 3D sin dispositivos táctiles como semi-inmersiva (Chen, et al., 2007). Se necesita un consenso de los términos que definen la tecnología empleada así como de la protocolización necesaria para validar un sistema de RV.

En cuanto a las revisiones se han encontrado varias con mucha repercusión, muy completas y con un número elevado de citas pero no específicas sobre la RV puesto que engloban muchos campos de rehabilitación.

Tras la realización de la revisión de los artículos y el posterior análisis de los resultados se sugiere la necesidad de aumentar el número de estudios controlados aleatorizados para demostrar la eficacia clínica de una aplicación de RV de la que ya se ha expuesto su validación. Ciertos aspectos de la metodología de los estudios también pueden ser mejorados como el empleo de una muestra mayor, seguimiento de los sujetos a largo plazo, etc. Otros aspectos a considerar es son, por un lado, el esfuerzo necesario por aunar conceptos como el de RV, del que se ha realizado en este documento una breve revisión acerca de la evolución de su significado y diferentes interpretaciones, y por otro, concretar lo que se considera RV inmersiva, semi-inmersiva o no inmersiva.

6.3. Conclusiones

- Existe gran cantidad de literatura científica que evidencia resultados positivos sobre el empleo de la RV como forma de terapia en enfermedades neurológicas con afectación motora.
- Desde la TO se están realizando estudios acerca de la aplicación de la RV en la mejora del rendimiento de las AVD's en diferentes patologías.
- El ACV es la patología en la que se están llevando a cabo más investigaciones sobre aplicación de RV en enfermedades neurológicas con alteración motora.
- Los estudios experimentales sobre aplicación de RV presentan importantes limitaciones metodológicas. En su mayoría se tratan de estudios piloto, estudios con muestras muy pequeñas, sin grupo control o no aleatorizados.
- Aunque la mayoría de la literatura científica sobre la RV muestra resultados prometedores en el tratamiento de las enfermedades neurológicas con alteración motora, hay muy pocos estudios controlados y aleatorizados concluyentes. Se necesita, por lo tanto,

más investigación al respecto para poder implementar la Realidad Virtual en la práctica diaria.

7. Agradecimientos:

A mis tutores Francisco Javier Cudeiro Mazaira y Verónica Robles García por la ayuda para la realización de este trabajo. En especial a Verónica, gracias por ser un ejemplo de trabajo, por sus ánimos, dedicación y sobre todo, por su tiempo y enorme esfuerzo.

A Javier Uranga Mariño, por las ideas aportadas para la realización de este trabajo.

A mis padres y a mi hermano, Jose. A Adri por sus ánimos y apoyo constante en esta y otras pequeñas aventuras de las que “siempre hay algo que aprender”.

8. Bibliografía:

- Albani, G., Pignatti, R., Bertella, L., Priano, L., Semenza, C., Molinari, E., Mauro, A. (2002). Common daily activities in the virtual environment: a preliminary study in parkinsonian patients. *Neurol Sci*, 23 Suppl 2, S49-50.
- Auskstakalnis, S., & Blatner, D. (1992). The art and science of virtual reality. In Berkeley (Ed.), *Silicon mirage*. USA.
- Baram, Y., & Miller, A. (2006). Virtual reality cues for improvement of gait in patients with multiple sclerosis. *Neurology*, 66(2), 178-181.
- Baumhauer, M., Feuerstein, M., Meinzer, H. P., & Rassweiler, J. (2008). Navigation in endoscopic soft tissue surgery: perspectives and limitations. *J Endourol*, 22(4), 751-766.
- Beier F, D. S., Schmieder K, Männer R. (2011). NeuroSim - The Prototype of a Neurosurgical Training simulator. *Stud Health Technol Inform*, 163, 51-56.
- Broeren, J., Samuelsson, H., Stibrant-Sunnerhagen, K., Blomstrand, C., & Rydmark, M. (2007). Neglect assessment as an application of virtual reality. *Acta Neurol Scand*, 116(3), 157-163.
- Carlin, A. S., Hoffman, H. G., & Weghorst, S. (1997). Virtual reality and tactile augmentation in the treatment of spider phobia: a case report. *Behav Res Ther*, 35(2), 153-158.
- Chen, Y. P., Kang, L. J., Chuang, T. Y., Doong, J. L., Lee, S. J., Tsai, M. W., Jeng, S. Sung, W. H. (2007). Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Phys Ther*, 87(11), 1441-1457.
- Choi, S. H., Ku, J., Han, K., Kim, E., Kim, S. I., Park, J., & Kim, J. J. (2010). Deficits in eye gaze during negative social interactions in patients with schizophrenia *J Nerv Ment Dis*, 198, 829-835.
- Cornwell BR, H. R., Biggs A, Pine DS, Grillon C. (2010). Becoming the center of attention in social anxiety disorder: startle reactivity to a virtual audience during speech anticipation. *J Clin Psychiatry*.

-
- Crosbie, J. H., Lennon, S., McNeill, M. D., & McDonough, S. M. (2006). Virtual reality in the rehabilitation of the upper limb after stroke: the user's perspective. *Cyberpsychol Behav*, 9(2), 137-141.
- da Costa, R. T., Sardinha, A., & Nardi, A. E. (2008). Virtual reality exposure in the treatment of fear of flying. *Aviat Space Environ Med*, 79(9), 899-903.
- Emmelkamp PM, K. M., Hulsbosch AM, de Vries S, Schuemie MJ, van der Mast CA. (2002). Virtual reality treatment versus exposure in vivo: a comparative evaluation in acrophobia. *Behav Res Ther*, 40(5), 509-516.
- Estrada, J. (2006). Búsqueda bibliográfica de estudios primarios. In FISCAM (Ed.), *Revisiones Sistemáticas en Ciencias de la Vida*. (pp. 261-279). Castilla-La Mancha.
- Fasse, E. D., Hogan, N., Kay, B. A., & Mussa-Ivaldi, F. A. (2000). Haptic interaction with virtual objects. Spatial perception and motor control. *Biol Cybern*, 82(1), 69-83.
- Flanagan, S. R., Cantor, J. B., & Ashman, T. A. (2008). Traumatic brain injury: Future assessment tools and treatment prospects. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 4(5), 877-892.
- Fulk, G. D. (2005). Locomotor training and virtual reality-based balance training for an individual with multiple sclerosis: a case report. *J Neurol Phys Ther*, 29(1), 34-42.
- Fung, J., Malouin, F., McFadyen, B. J., Comeau, F., Lamontagne, A., Chapdelaine, S., Richards, C. L. (2004). Locomotor rehabilitation in a complex virtual environment. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 7, 4859-4861.
- Golomb, M. R., McDonald, B. C., Warden, S. J., Yonkman, J., Saykin, A. J., Shirley, B., Burdea, G. C. (2010). In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(1), 1-8 e1.

- Gorrindo, T., & Groves, J. E. (2009). Computer simulation and virtual reality in the diagnosis and treatment of psychiatric disorders. *Acad Psychiatry*, 33, 413-417.
- Gou, S., Song, Z., & Ren, C. (2009). Development of upper limb motor function training and rehabilitation system. Paper presented at the IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, ICMA 2009.
- Guerra, J., Martín, P., & Santos, J. (2003). Las revisiones sistemáticas, niveles de evidencia y grados de recomendación. *Atención primaria en la red*. Retrieved from Fisterra website: www.fisterra.es.
- Henderson, A., Korner-Bitensky, N., & Levin, M. (2007). Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil*, 14(2), 52-61.
- Holden MK, D.T. (2002). Environment training: a new tool for Neurorehabilitation: review. *Neurology Report*, 26, 62-71.
- Josman N, S. A., Klinger E, Shevil E. (2009). Using virtual reality to evaluate executive functioning among persons with schizophrenia: a validity study. *Schizophr Res*, 115(2-3), 270-277.
- Katz, N., Ring, H., Naveh, Y., Kizony, R., Feintuch, U., & Weiss, P. L. (2005b). Interactive virtual environment training for safe street crossing of right hemisphere stroke patients with Unilateral Spatial Neglect. *Disability and Rehabilitation*, 27(20), 1235-1243.
- Kayyali, R., Alamri, A., Eid, M., Iglesias, R., Shirmohammadi, S., El Saddik, A., & Lemaire, E. (2007). Occupational therapists' evaluation of haptic motor rehabilitation. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2007*, 4763-4766.
- Keshner, E. A. (2004). Virtual reality and physical rehabilitation: a new toy or a new research and rehabilitation tool? *J Neuroeng Rehabil*, 1, 8.
- Kim, N. G., Yoo, C. K., & Im, J. J. (1999). A new rehabilitation training system for postural balance control using virtual reality technology. *IEEE Trans Rehabil Eng*, 7(4), 482-485.

- Kizony, R., Katz, N., & Weiss, P. L. (2003). Adapting an immersive virtual reality system for rehabilitation. *Journal of Visualization and Computer Animation*, 14(5), 261-268.
- Kizony, R., Raz, L., Katz, N., Weingarden, H., & Tamar Weiss, P. L. (2005). Video-capture virtual reality system for patients with paraplegic spinal cord injury. *J Rehabil Res Develop*, 42(5), 595-607.
- Krakauer, J. W. (2006). Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation *Curr Opin Neurol*, 19, 84-90.
- Kramer TL, P. J., Kimbrell TA, Savary PE, Smith JL, Jegley SM. (2010). Clinician perceptions of virtual reality to assess and treat returning veterans. *Psychiatr Serv*, 61, 1153- 1156.
- Langton, R., & Tennant, A. (2003). The epidemiology of disabling neurological disorders. In B. Greenwood, McMillan, Ward. (Ed.), *Handbook of Neurological Rehabilitation* (Second ed., pp. 5). New York.
- Leocani L, C. E., Annovazzi P, Rovaris M, Rossi P, Corsi M, Comola M, Martinelli V, Comi G. (2007). Impaired short-term motor learning in multiple sclerosis. *Neurorehabil Neural Repair*, 21(3), 273-278.
- Liebermann, D. G., Buchman, A. S., & Franks, I. M. (2006). Enhancement of motor rehabilitation through the use of information technologies. *Clinical Biomechanics*, 21(1), 8-20.
- Marescaux, J., Clement, J. M., Nord, M., Russier, Y., Tasseti, V., Mutter, D., Ayache, N. (1997). A new concept in digestive surgery: the computer assisted surgical procedure, from virtual reality to telemanipulation. *Bull Acad Natl Med*, 181(8), 1609-1621.
- Markus, L. A., Willems, K. E., Maruna, C. C., Schmitz, C. L., Pellino, T. A., Wish, J. R., Schurr, M. J. (2009). Virtual reality: feasibility of implementation in a regional burn center. *Burns*, 35(7), 967-969.
- Martín, J. (2006). ¿Qué es una revisión sistemática de la evidencia científica? In FISCAM (Ed.), *Revisiones Sistemáticas en las Ciencias de la Vida* (pp. 27-38). Castilla-La Mancha.

- Morganti, F., Gaggioli, A., Castelnuovo, G., Bulla, D., Vettorello, M., & Riva, G. (2003). The use of technology-supported mental imagery in neurological rehabilitation: a research protocol. *Cyberpsychol Behav*, 6(4), 421-427.
- Munih, M., Bardorfer, A., Čeru, B., Bajd, T., & Zupan, A. (2010). Force exertion capacity measurements in haptic virtual environments. *Int J Rehab Res*, 33(1), 34-42.
- North, M. M., North, S. M., & Coble, J. R. (1998). Virtual reality therapy: an effective treatment for phobias. *Stud Health Technol Inform*, 58, 112-119.
- Parsons, T. D., Rizzo, A. A., Rogers, S., & York, P. (2009). Virtual reality in paediatric rehabilitation: A review. *Develop Neurorehabilitation*, 12(4), 224-238.
- Peadon, E., Rhys-Jones, B., Bower, C., & Elliott, E. J. (2009). Systematic review of interventions for children with Fetal Alcohol Spectrum Disorders. *BMC Pediatr*, 9, 35.
- Penasco-Martin, B., de los Reyes-Guzman, A., Gil-Agudo, A., Bernal-Sahun, A., Perez-Aguilar, B., & de la Pena-Gonzalez, A. I. (2010). Application of virtual reality in the motor aspects of neurorehabilitation. *Rev Neurol*, 51(8), 481-488.
- Pfurtscheller, G., Leeb, R., Friedman, D., & Slater, M. (2008). Centrally controlled heart rate changes during mental practice in immersive virtual environment: a case study with a tetraplegic. *Int J Psychophysiol*, 68(1), 1-5.
- Piron, L., Cenni, F., Tonin, P., & Dam, M. (2001). Virtual Reality as an assessment tool for arm motor deficits after brain lesions. *Stud Health Technol Inform*. 81, 386-392.
- Rand, D., Katz, N., & Weiss, P. L. (2007). Evaluation of virtual shopping in the VMall: comparison of post-stroke participants to healthy control groups. *Disabil Rehabil*, 29(22), 1710-1719.

- Rand, D., Weiss, P. L., & Katz, N. (2009). Training multitasking in a virtual supermarket: a novel intervention after stroke. *Am J Occup Ther*, 63(5), 535-542.
- Riva, G. (2003). Applications of virtual environments in medicine *Methods Inf Med*, 42, 524-534.
- Schultheis, M., & Rizzo, A. (2001). The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabil Psychology*, 46, 296-311.
- Steele, E., Grimmer, K., Thomas, B., Mulley, B., Fulton, I., & Hoffman, H. (2003). Virtual reality as a pediatric pain modulation technique: a case study. *Cyberpsychol Behav*, 6(6), 633-638.
- Stein, J. (2004). Motor recovery strategies after stroke. *Top Stroke Rehabil*, 11(2), 12-22.
- Sung, H. J., You, S. H., Hallett, M., Yun, W. C., Park, C. M., Cho, S. H., Kim, T. H. (2005). Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: An experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(11), 2218-2223.
- Sveistrup, H. (2004). Motor rehabilitation using virtual reality *J Neuroeng Rehabil*, 1, pp. 10.
- Teasell, R. W., & Kalra, L. (2004). What's new in stroke rehabilitation. *Stroke*, 35(2), 383-385.
- Torres-Salinas, D., Jiménez-Contreras, E. (2010) Introducción y estudio comparativo de los nuevos indicadores de citación sobre revistas científicas en Journal Citation Reports y Scopus. *El profesional de la información*, 19 (2), 201-207.
- Weiss, P. L., & Klinger, E. (2009). Moving beyond single user, local virtual environments for rehabilitation. *Stud Health Technol Inform*, 145, 263-276.
- Wilson, M. S., Middlebrook, A., Sutton, C., Stone, R., & McCloy, R. F. (1997). MIST VR: a virtual reality trainer for laparoscopic surgery assesses performance. *Ann R Coll Surg Engl*, 79(6), 403-404.

- Wilson, P. N., Foreman, N., & Stanton, D. (1997). Virtual reality, disability and rehabilitation. *Disabil Rehabil*, 19(6), 213-220.
- Wood, D. P., Webb-Murphy, J., McLay, R. N., Wiederhold, B. K., Spira, J. L., Johnston, S., Pyne, J. (2011). Reality graded exposure therapy with physiological monitoring for the treatment of combat related post traumatic stress disorder: a pilot study. *Stud Health Technol Inform*, 163, 696-702.
- You, S. H., Jang, S. H., Kim, Y. H., Hallett, M., Ahn, S. H., Kwon, Y. H., Lee, M. Y. (2005)b. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke*, 36(6), 1166-1171.
- You, S. H., Jang, S. H., Kim, Y. H., Hallett, M., Ahn, S. H., Kwon, Y. H., Lee, M. Y. (2005)a. Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child hemiparetic cerebral palsy. *Develop Med Child Neurol*, 47, 628-635.
- Zhang, L., Abreu, B. C., Seale, G. S., Masel, B., Christiansen, C. H., & Ottenbacher, K. J. (2003). A virtual reality environment for evaluation of a daily living skill in brain injury rehabilitation: reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(8), 1118-1124.

9. Apéndices:

Apéndice I: Abreviaturas

- ACV: Accidente Cerebrovascular
- AVD's: Actividades de la Vida Diaria
- DM: Distrofia Muscular
- ECG: Electrocardiograma
- EEG: Electroencefalograma
- EM: Esclerosis Múltiple
- EP: Enfermedad de Parkinson
- ISI: *ISI Web of knowledge*
- ISI: *Institute for Scientific Information*
- JCR: *Journal Citation Reports*
- MMSS: miembros superiores
- MeSH: *Medical Subject Heading*
- LM: Lesión Medular
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- PC: Parálisis Cerebral
- RV: Realidad Virtual
- RNMf: Resonancia Magnética Funcional
- SAF: Síndrome Alcohólico Fetal
- SCR: *SCImago Journal Rank*
- TAC: Tomografía Axial Computerizada
- TO: Terapia Ocupacional
- TOs: Terapeutas Ocupacionales
- 3D: Tres Dimensiones

Apéndice II: Características de las bases de datos

MEDLINE-PubMed

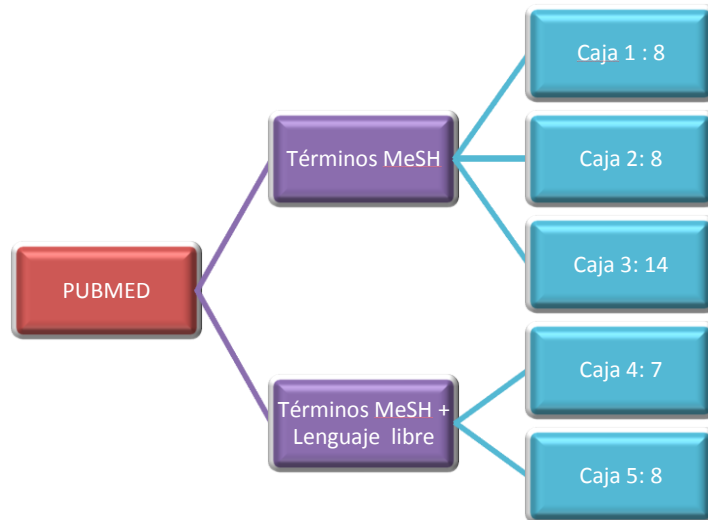
- Productor: National Library of Medicine (Estados Unidos)
- Volumen de información: 4800 revistas médicas, reúne más de 15 millones de artículos de aproximadamente 5000 publicaciones seleccionadas
- Cobertura cronológica: desde 1966 (aunque si se tiene en cuenta el subconjunto OLDMEDLINE, pueden encontrarse referencias desde 1950)
- Cobertura temática: ciencias de la salud en general (incluye tres antiguos repertorios impresos: Index Medicus, International Nursing Index y Dental Index)
- Tesauro: Medical Subject Headings (MeSH)
- Otras características: más de 70% de los registros tienen abstract, más del 80% pertenecen a documentos originales en inglés, y principalmente recoge literatura científica anglosajona
- Acceso: libre en Internet a través de : <http://www.pubmed.com>
- Resultados: por ejemplo, si realizamos una búsqueda bibliográfica del término “**Alzheimer**” (campo título) encontramos **7911** resultados (Mayo 2011)

SCOPUS

- Editor: Elsevier
- Volumen de información: cubre aproximadamente 18.000 títulos de más de 5000 editores, incluyendo la cobertura de 16500 revistas revisadas por pares.

- Cobertura cronológica: 20,5 millones de registros anteriores a 1996 y desde 1823 y 22 millones de registros con referencias desde 1996.
- Cobertura temática: áreas de ciencias, tecnología, medicina y ciencias sociales, incluyendo artes y humanidades
- Tesouro: Emtree (life sciences, health), MeSH (life sciences, health) dentro de medicina y ciencias sociales y otros Tesouros de otras disciplinas
- Otras características: 100% de cobertura en MEDLINE, EMBASE 100% de cobertura y el 100% de cobertura Compendex. Además otras aplicaciones útiles: para calcular el factor de impacto de una revista o el índice H de un autor.
- Acceso: suscripción <http://www.scopus.com/home.url>
- Resultados: por ejemplo, si realizamos una búsqueda bibliográfica del término "Alzheimer" (campo título) encontramos 44022 resultados (Mayo 2011).

Apéndice III: Detalle de los resultados en la búsqueda con cada una de las bases de datos



Nota:

Caja 1: *"Nervous System Diseases/rehabilitation"[Mesh] AND ("User-Computer Interface"[Mesh] NOT "Robotics/instrumentation"[Mesh]) AND ("Motor Skills/physiology"[Mesh] OR "Motor Skills/physiopathology"[Mesh]).*

Caja 2: *"User-Computer Interface"[Mesh] NOT "Robotics/instrumentation"[Mesh] NOT "Holography"[Mesh]) AND "Psychomotor Disorders/rehabilitation"[Mesh] AND "Nervous System Diseases/rehabilitation"[Mesh].*

Caja 3: *"Occupational Therapy"[Mesh]) AND "User-Computer Interface"[Mesh]) NOT "Robotics/instrumentation"[Mesh]) AND "Nervous System Diseases"[Mesh].*

Caja 4: *"Nervous System Diseases/rehabilitation"[Mesh] AND "virtual reality" AND ("Motor Skills/physiology"[Mesh] OR "Motor Skills/physiopathology"[Mesh]).*

Caja 5: *"Occupational Therapy"[Mesh]) AND "virtual reality" AND "Nervous System Diseases"[Mesh].*



Nota:

Caja 1: *KEY (virtual reality OR virtual system) AND rehabilitation OR occupational therapy OR neurorehabilitation AND neurological disorders OR nervous system diseases.*

Apéndice IV: Factor de Impacto según *Journal Citation Reports* y *SCImago Journal Rank* y sus valores normalizados

	FI de JCR	v.n. ⁶ JCR	FI de SJR	v.n SJR
IEEE ICMA 2009	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyberpsychol Behav	0,00	0,00	0,00	0,00
J Vis and Comp Anim	0,00	0,00	0,00	0,00
Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc	0,00	0,00	0,00	0,00
Stud Health Technol Inform	0,00	0,00	0,05	0,07
Rev Neurol	1,23	0,18	0,06	0,08
Neuropsych Dis and Treat	0,00	0,00	0,07	0,09
Am J Occup Ther	1,42	0,20	0,07	0,10
Int J Rehabil Res	0,00	0,00	0,08	0,10
Top Stroke Rehabil	1,23	0,17	0,10	0,13
Dev Neurorehabil	0,00	0,00	0,10	0,14
Disabil Rehabil	1,56	0,22	0,10	0,14
J Rehabil Res Dev	1,37	0,19	0,11	0,15
Clin Biomch	1,76	0,25	0,14	0,19
Arch of Physl Med and Rehab	2,18	0,31	0,17	0,23
Phys Ther	2,08	0,30	0,18	0,25
BMC Pediatr	0,00	0,00	0,19	0,27
Burns	0,00	0,00	0,19	0,27
Int J Psychophysiol	0,00	0,00	0,23	0,32
Dev Med Child Neurol	3,02	0,43	0,25	0,34
Curr Opin Neurol	5,43	0,77	0,59	0,80
Stroke	7,04	1,00	0,73	1,00

⁶ v.n.: valores normalizados