

**USO DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA REHABILITACIÓN DE LA MARCHA Y
EL BALANCE: REVISIÓN EXPLORATORIA**

**DANIELA ORTIZ MUÑOZ
JUAN SEBASTIÁN SANCLEMENTE GARCÍA**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA
SANTIAGO DE CALI
2017**

**USO DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA REHABILITACIÓN DE LA MARCHA Y
EL BALANCE: REVISIÓN EXPLORATORIA**

**DANIELA ORTIZ MUÑOZ
JUAN SEBASTIÁN SANCLEMENTE GARCÍA**

Trabajo de grado para optar al título de Fisioterapeuta

**Asesora
GLORIA PATRICIA ARANGO HOYOS
M.Sc. Fisioterapeuta**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA
SANTIAGO DE CALI
2017**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Valle para optar al título de Fisioterapeuta.

Jurado

Jurado

Jurado

Santiago de Cali, 25 de agosto de 2017

AGRADECIMIENTOS

Especialmente a Dios y a nuestras familias que creyeron en aquel sueño llamado “*fisioterapia*”, por su apoyo incondicional y el de la comunidad académica, adicionalmente a la asesoría beligerante de nuestra docente Gloria Patricia Arango. Por último, agradecemos, a todos los que nos inspiran.

*“El mundo es eso. Un montón de gente, **un mar de fueguitos**. Cada persona brilla con luz propia entre todas las demás. **No hay dos fuegos iguales**. Hay fuegos grandes y fuegos chicos y fuegos de todos los colores. Hay gente de fuego sereno, que ni se entera del viento, y gente de fuego loco, que llena el aire de chispas. Algunos fuegos, fuegos bobos, no alumbran ni queman; pero otros arden la vida con tantas ganas que no se puede mirarlos sin parpadear, y quien se acerca, se enciende”*

Eduardo Galeano
***El mundo**, El libro de los abrazos.*

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	11
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
2. MARCO REFERENCIAL	16
2.1 MARCO CONCEPTUAL	16
2.1.1 Revisión exploratoria	16
2.1.2 Realidad virtual	17
2.1.3 Terapia de exposición a la realidad virtual	17
2.1.4 Realidad virtual en la función cerebral	17
2.1.5 Marcha y balance postural	18
2.2 ANTECEDENTES	19
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	22
4. METODOLOGÍA	23
4.1 DISEÑO DE ESTUDIO	23
4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS	23

4.2.1 Criterios de Inclusión	23
4.2.2 Criterios de Exclusión	24
4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	24
4.4 CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	24
4.5 FASES DE ESTUDIO	25
4.6 ASPECTOS ÉTICOS	30
5. RESULTADOS	31
5.1 MARCHA	33
5.1.1 Características generales de la literatura encontrada	36
5.1.2 Características de los participantes	36
5.1.3 Tipos de realidad virtual	37
5.1.3.1 Sistemas virtuales convencionales	37
5.1.3.2 Sistemas virtuales desarrollados en laboratorios	37
5.1.3.2 Equipos utilizados	37
5.1.4 Métodos para el uso de la realidad virtual	38
5.1.4.1 Tiempos de intervención	41
5.1.4.2 Intervención	41
5.1.5 Medidas de resultado	41
5.1.6 Resultados y recomendaciones	41
5.1.6.1 Resultados pruebas de laboratorio de marcha	41
5.1.6.2 Resultados baterías de evaluación	42
5.1.6.3 Recomendaciones de los artículos	43

5.2 BALANCE	44
5.2.1 Características generales de la literatura encontrada	50
5.2.2 Características de los participantes	50
5.2.3 Tipos de Realidad Virtual	51
5.2.3.1 Sistemas virtuales convencionales	51
5.2.3.2 Sistemas virtuales desarrollados en laboratorios	51
5.2.3.2 Equipos utilizados	56
5.2.4 Métodos para el uso de la realidad virtual	56
5.2.4.1 Tiempos de intervención	56
5.2.4.2 Intervención	56
5.2.5 Medidas de resultado	56
5.2.6 Resultados y recomendaciones	57
5.2.6.1 Pruebas de laboratorio de marcha	57
5.2.6.2 Resultados baterías de evaluación	59
5.2.6.3 Recomendaciones de los artículos	61
6. DISCUSIONES	62
7. CONCLUSIONES	68
8. RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	78

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos IEEE	26
Tabla 2. Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos Lilacs	26
Tabla 3. Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos PEDrO	27
Tabla 4. Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos PUBMED	27
Tabla 5. Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos Scielo	28
Tabla 6. Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos Science Direct	28
Tabla 7. Resumen diagnósticos, tamaño de muestra, medidas de resultado y conclusiones de las intervenciones con realidad virtual empleadas para la rehabilitación de la marcha	33
Tabla 8. Cantidad de artículos según el tipo de estudio – marcha	36
Tabla 9. Resumen equipos, tiempos de intervención y resultados Las pruebas utilizadas en los artículos de marcha	38
Tabla 10. Resumen diagnósticos, tamaño de muestra, medidas de resultado y conclusiones de las intervenciones con realidad virtual empleadas para la rehabilitación del balance	44
Tabla 11. Cantidad de artículos según el tipo de estudio – balance	50
Tabla 12. Resumen equipos, tiempos de intervención y resultados Las pruebas utilizadas en los artículos de balance	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mecanismo propuesto para el éxito de la realidad virtual	18
Figura 2. Diagrama de flujo selección de estudios	32

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Formato recolección de información de artículos	78
ANEXO B. Herramientas de evaluación para el paciente que hace parte de una intervención con realidad virtual	79

GLOSARIO

INTERACCIÓN VESTÍBULO VISUAL: Es la relación que existe entre el sistema vestibular y visual que provee al organismo el control postural y la información relevante sobre el entorno y su posición, depende de la función coordinada del sistema visual, somatosensorial y vestibular.

MARCHA CONGELANTE – FREEZING IF GAIT: Se refiere a periodos transitorios en los cuales la actividad voluntaria que se está realizando es interrumpida.

MEDIDAS DE RESULTADO: Se le denomina al conjunto de pruebas y test utilizados para dar cuenta del progreso y la efectividad de las intervenciones, esta palabra fue elegida por los autores siguiendo la línea de presentación de información en las revisiones publicadas.

MOVIMIENTO SACÁDICO: Son desplazamientos rápidos de los ojos entre dos puntos de fijación.

NEUROPLASTICIDAD: Capacidad del sistema nervioso para cambiar su estructura y conexiones como reacción a un estímulo.

NEUROREHABILITACIÓN: Es un proceso centrado en la recuperación del sistema nervioso tras una lesión neurológica, que tiene como misión minimizar y compensar las alteraciones funcionales del individuo.

RETROALIMENTACIÓN – FEEDBACK: Proceso de aprendizaje inmediato que se lleva a cabo por medio de aferencias sensoriales dadas por el entorno o un equipo en uso.

RITMICIDAD DE LA MARCHA: Característica de la marcha en donde diferentes parámetros como la longitud del paso, la zancada, la base de sustentación y el tiempo de ejecución se lleva en total sincronía.

SISTEMA SOMATOSENSORIAL: Es un complejo consistente en centros de recepción y proceso, cuya función es producir modalidades de estímulo tales como el tacto, la temperatura, la propiocepción (posición del cuerpo) y la nocicepción (dolor).

ZANCADA: Es la distancia comprendida entre dos apoyos consecutivos de un mismo pie.

RESUMEN

Introducción: Se han desarrollado intervenciones en rehabilitación que involucran tecnología e informática como la realidad virtual que busca promover la recuperación y potenciar habilidades en personas en condición de discapacidad.

Objetivo: Establecer el estado actual de la información sobre el uso de la realidad virtual en los procesos de rehabilitación de la marcha y el balance.

Metodología: Revisión exploratoria de los artículos que cumplieran con los criterios de inclusión: publicaciones encontradas en las bases de datos IEEE, Lilacs, PEDro, Pubmed, Scielo y ScienceDirect durante los últimos 7 años en idiomas inglés, español o portugués, además del uso de la realidad virtual en personas mayores de edad. Excluyéndose el material bibliográfico diferente a publicaciones científicas y estudios sin acceso libre o por medio de las bases de datos de la Universidad del Valle.

Resultados: Se incluyeron cincuenta y cinco artículos que examinaron las intervenciones basadas en realidad virtual en poblaciones con algún tipo de trastorno de la marcha o el balance, se hizo una caracterización de los artículos encontrados, de la población objetivo, los dispositivos de realidad virtual empleados, métodos de implementación, resultados de las intervenciones y las recomendaciones de estas. Se encontró en la mayoría de artículos que el uso de realidad virtual mejora significativamente las medidas de resultado como pruebas de laboratorio (Centro de presión, posturografía y características espaciotemporales de la marcha) y en las baterías de evaluación (prueba de levántate y anda, prueba de balance de Berg y prueba de caminata de 10 minutos).

Conclusiones: La evidencia recolectada en esta revisión exploratoria sugiere que las intervenciones basadas en realidad virtual presentan beneficios para la rehabilitación de la marcha y el balance, además de aumentar la adherencia al tratamiento y la motivación del individuo, generando mejores resultados que la terapia convencional y mayor satisfacción durante la intervención. Por esta razón la realidad virtual tiene el potencial de ser una herramienta de apoyo a los procesos de rehabilitación.

PALABRAS CLAVE: Balance; Marcha; Realidad virtual; Rehabilitación.

KEY WORDS: Balance; Gait; Virtual reality; Rehabilitation

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el avance en la ciencia y la tecnología ha provocado un dramático cambio en diferentes aspectos de la vida, invadiendo inconscientemente todas las actividades que se realizan. Dentro del área de la rehabilitación los cambios generados por las denominadas TICs (Tecnologías de la información y la comunicación) no han pasado desapercibidos, por el contrario, han sido un campo que se ha potenciado, desde la rehabilitación con exoesqueletos y equipos motorizados pasando por los sistemas de realidad virtual que permiten inmersión total o parcial en un entorno simulado, hasta el empleo de las consolas comerciales.

Actualmente los procesos de rehabilitación neurológica son los más beneficiados con el auge de la ciencia y la tecnología; la realidad virtual (RV) genera una representación perceptiva que existe solo dentro del ordenador¹ permitiendo al terapeuta manipular algunas variables necesarias para la intervención de los pacientes, adicionalmente integra tres características importantes dentro de la rehabilitación como lo son la repetición, el retroalimentación y la motivación que permiten mejores resultados menor tiempo y medidos de manera objetiva².

La marcha y el balance son posibles de entrenar en un entorno virtual con el fin de reducir riesgos y brindar elementos a la rehabilitación, para facilitar en el usuario un mayor grado de independencia y mejoría de la capacidad funcional en relación con las actividades de la vida diaria³. Además, es posible extrapolar el aprendizaje motor de lo virtual a lo real extrayendo las experiencias y patrones de movimiento a situaciones cotidianas.

Sin embargo, la información recolectada y documentada a nivel nacional e internacional se encuentra dispersa y no da una visión general de los aspectos más relevantes sobre la RV y su aplicación en el campo de la rehabilitación. Por tal motivo es de interés en esta revisión establecer el estado actual de la información sobre el uso de la realidad virtual en los procesos de rehabilitación de la marcha y el balance.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el contexto colombiano, para el 2012, según el Observatorio Nacional de Discapacidad⁴, más de la mitad de la población con discapacidad, presenta limitaciones para caminar, correr y saltar (51,65%), mientras que el 18,10 % presenta limitaciones para cambiar y mantener las posiciones del cuerpo; este tipo de pacientes van a requerir de los servicios de rehabilitación, específicamente de la terapia física para retomar su funcionalidad en el desarrollo de las actividades de la vida diaria, siendo esta una oportunidad para plantear objetivos y protocolos de intervención, centrados en los procesos de habilitación y rehabilitación pertinente para cada paciente.

Actualmente la rehabilitación física es el segundo servicio más importante ordenado a la población con discapacidad después de la consulta por fisiatría⁵, por su relevancia en la reincorporación al entorno y la recuperación del máximo de las capacidades del individuo que ha sufrido alguna lesión o enfermedad⁶, por medio de distintas intervenciones como el ejercicio, la terapia manual, la facilitación neuromuscular propioceptiva, el uso de medios físicos o la combinación de varias técnicas del accionar del fisioterapeuta.

En la actualidad, junto con los avances en tecnología, llega la RV a complementar las terapias combinando los aspectos físicos con la interacción y participación de las actividades propuestas en contexto, impulsándose como un nuevo enfoque de tratamiento que refuerza el aprendizaje motor orientado en tareas⁷, afirmando ser un tratamiento exitoso para la rehabilitación de pacientes con trastornos neurológicos u otras lesiones para la rehabilitación de actividades de la vida diaria, la marcha, el balance postural, la prevención de caídas, entre otros.

La realidad virtual apoya ejercicios de fortalecimiento, coordinación, equilibrio y cognitivos, mientras al paciente se le da información visual, auditiva y sensorial como retroalimentación, permitiéndole una interacción con objetos en un espacio visual sin limitaciones, dando como beneficios: aumento motivacional, soporte para el aprendizaje motor, apoyo a la reorganización cortical, mientras se proporciona un tratamiento interactivo⁸.

Específicamente en el entrenamiento de la marcha y el balance, existen hallazgos que sugieren que el entrenamiento con RV puede activar la corteza cerebral, mejorando la capacidad de orientación espacial de los pacientes, facilitando así la función de la corteza para controlar el equilibrio y aumentar los patrones de locomoción⁹.

Sin embargo, la información recolectada y documentada a nivel nacional e internacional se encuentra dispersa y no da una visión general de los aspectos más relevantes sobre la realidad virtual y su aplicación en el campo de la rehabilitación. Por tal razón, esta revisión exploratoria pretende averiguar ¿Cuál es el estado actual de la información sobre el uso de la intervención con realidad virtual en los procesos de rehabilitación de la marcha y el balance?

Adicionalmente el proyecto pretende ser insumo en los macroproyectos de investigación “Plataforma de realidad virtual para soportar el proceso de rehabilitación de la marcha humana” que actualmente desarrollan GICI (Grupo de Investigación y Control Industrial) y SINERGIA, este último grupo también está a cargo del proyecto “Efecto de un programa de rehabilitación funcional apoyado en realidad virtual para la mejora de la estabilidad de tronco y la técnica deportiva de lanzadores de bala y jabalina paralímpicos del Valle del Cauca” junto con el grupo de investigación en biomecánica de la universidad del valle e INDERVALLE.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Revisión exploratoria. Es un tipo de revisión documental con el objetivo de trazar rápidamente los conceptos claves que sustentan un área de investigación, las principales fuentes y los tipos de evidencia disponible.

Las autoras Arksey, H. and O'Malley, L.¹⁰, proponen un marco metodológico, a partir de sus experiencias con la revisión de literatura sobre los servicios para cuidadores de las personas con problemas de salud mental. Esta propuesta es respaldada por los ponentes de revisiones sistemáticas, en que los métodos usados a lo largo de las diferentes etapas de este proceso se llevan a cabo de una manera rigurosa y transparente. Por eso debe documentarse con suficiente detalle para permitir que el estudio sea replicado por otros. Este enfoque explícito aumenta la fiabilidad de los hallazgos y responde a cualquier sugerencia de que esta clase de estudios carecen de rigor metodológico¹¹.

El método adoptado para identificar la literatura en una revisión exploratoria es de resultados amplios. En lugar de guiarse por una pregunta de investigación muy centrada que se limita a la búsqueda de diseños de estudios en particular (como podría ser el caso de una revisión sistemática), el método de estudio de la revisión exploratoria se guía por el requisito de identificar toda la literatura pertinente, independientemente del diseño del estudio. A medida que se aumenta la familiaridad con la literatura encontrada, los investigadores pueden redefinir los términos de búsqueda y emprender nuevas rutas de exploración más sensibles. Con este fin, el investigador puede no establecer limitaciones estrictas en términos de búsqueda, creando un proceso interactivo. La metodología se divide en las siguientes etapas:

- Etapa 1: Identificación de la pregunta de investigación
- Etapa 2.: Identificación de los estudios pertinentes
- Etapa 3: Selección de los estudios
- Etapa 4: Trazado de datos
- Etapa 5: Agrupar, resumir y reportar los resultados.
- Etapa 6: Opinión (opcional)

2.1.2 Realidad virtual. J. Lamier¹² en 1986 emplea por primera vez el término, es una simulación en la que los gráficos por computadora se utilizan para crear un mundo realista. Por otra parte, el mundo sintético no es estático, sino que responde a la entrada del usuario (gesto, comando verbal, esto define una característica clave de la realidad virtual, en tiempo real, etc.). El término clave para definirlo es la interactividad en tiempo real, que significa que el ordenador es capaz de detectar una entrada del usuario y modificar el mundo virtual instantáneamente. Esto último es un factor motivacional, porque a las personas les gusta ver cómo las cosas cambian en la pantalla en respuesta a sus comandos y quedan cautivados por la simulación. Tiene sus principios en la Inmersión, imaginación e interacción.

Su definición ha llevado a la confusión, incluso en la literatura técnica, en donde se confunden términos como *telepresencia* o *realidad aumentada* (Müller, 1999) pero estos incorporan imágenes que no son reales, por lo cual no es realidad virtual en el sentido estricto. Además de relacionar el tema con los dispositivos utilizados y no en su propósito y función (ejemplo gafas).

2.1.3 Terapia de exposición a la realidad virtual - *Virtual reality exposure therapy*. Es una técnica de tratamiento en un entorno virtual que permite al participante experimentar un sentido de presencia en un ambiente interactivo, inmersivo, generado por computadora, tridimensional que minimiza el comportamiento de evitación y facilita la implicación emocional¹². Término introducido en buscadores Mesh en el año 2013.

2.1.4 Realidad virtual en la función cerebral. Los beneficios neurofisiológicos y el comportamiento de la observación del movimiento, imágenes y la práctica repetitiva son componentes que se pueden incorporar a la realidad virtual y optimizar la experiencia de la rehabilitación, permitiendo al terapeuta utilizar la estimulación sensorial como una herramienta para facilitar las redes cerebrales dirigidas como las áreas motoras, críticas para la recuperación neuronal y funcional.

El cual puede ser optimizado aprovechando una serie de procesos neurofisiológicos que se producen después de una lesión cerebral, como la posibilidad de un mayor potencial para los cambios neuroplásticos en la fase temprana de recuperación y la estimulación de áreas sensoriomotoras que podrían sufrir deterioro debido al desuso como lo que ocurre en los accidentes cerebro vasculares¹³. La RV puede ser útil en una serie de maneras de hacer frente a estos procesos y potencialmente provocar cambios neuroplásticos compensatorios como lo muestra la figura 1.

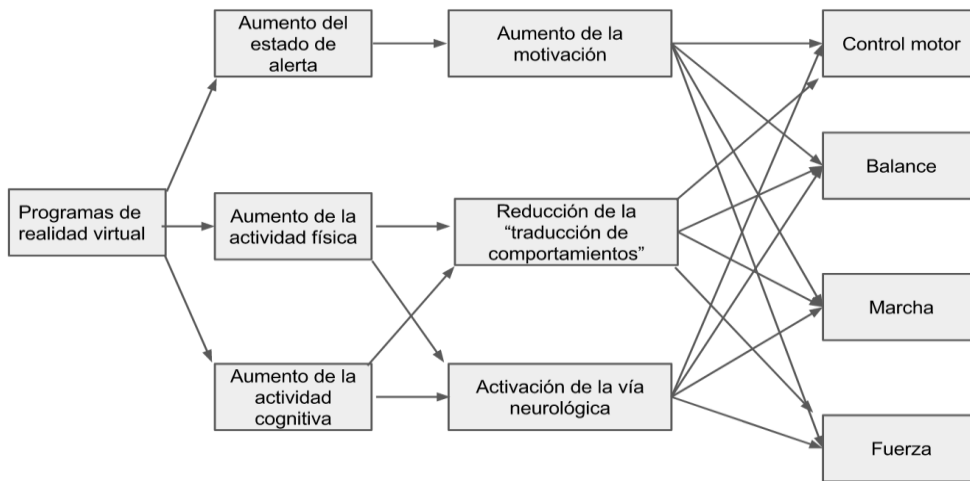


Figura 1. Mecanismo propuesto para el éxito de la realidad virtual. Traducción de la publicación “A Meta-Analysis and Systematic Literature Review of Virtual Reality Rehabilitation Programs” de Matt C. Howard 2017¹⁴.

2.1.5 Marcha y balance postural. Son los ejes temáticos que guían la elaboración de esta revisión, siendo cada uno de interés para los dos proyectos vinculados de esta investigación. Por lo cual se define la marcha humana como el resultado de la compleja interacción entre varios subsistemas: neuromuscular, músculo-tendinoso y osteoarticular, que trabajan coordinadamente para generar la dinámica corporal necesaria para el desplazamiento bípedo¹⁵, con bajo esfuerzo y mínimo consumo energético, constituyendo un elemento característico que identifica a todo sujeto ya que permite revelar aspectos y parámetros individuales, la condición de salud, autoestima y situaciones emocionales de cada persona¹⁶.

Por otra parte, el balance postural no es considerada simplemente la suma de reflejos estáticos, sino más bien una habilidad compleja basada en la interacción de procesos sensorimotrices dinámicos, los dos objetivos funcionales principales del comportamiento postural son la orientación y equilibrio postural. La orientación postural implica la alineación activa del tronco y la cabeza con respecto a la gravedad, soporte superficies, el entorno visual y las referencias internas, mientras que el equilibrio postural implica la coordinación de estrategias de movimiento para estabilizar el centro de masa corporal durante las perturbaciones de estabilidad tanto auto iniciadas como activadas externamente¹⁷.

Ahora bien, muchas enfermedades neurológicas pueden ser responsables de trastornos de la marcha y el balance, al ser una causa frecuente de discapacidad, estos trastornos provocan disminución en la participación de las actividades de la vida diaria que constituyen un importante problema de salud pública en términos de

hospitalización, morbilidad y costos¹⁸. Por eso, los procesos de rehabilitación se han centrado en la reeducación de la marcha y el balance como objetivo fundamental para mejorar el estado funcional de la persona y su calidad de vida, a partir de procesos cognitivos o de neurorehabilitación que fundamentan su intervención en tres elementos claves: repetición, retroalimentación y la motivación del usuario.

En el caso específico del balance, la realidad virtual se puede utilizar para manipular la retroalimentación visual y producir conflictos entre la información visual, somatosensorial y vestibular como una forma de entrenar diferentes sistemas sensoriales y la retroalimentación desafía el control postural estático y dinámico del paciente¹³.

2.2. ANTECEDENTES

En 1986 cuando se empleó por primera vez el término “realidad virtual” por J. Lami, pero no fue hasta 1997 cuando empezaron los primeros reportes del uso de realidad virtual en rehabilitación¹⁹. Hasta el 2010 no se tenían registros de ensayos clínicos controlados en las revisiones realizadas², sin embargo, ya preveían el uso de la realidad virtual como una herramienta capaz de ser aplicada a numerosas complicaciones de origen neurológico abriendo posibilidades enormes en el aspecto motivacional y los procesos evaluativos de este tipo de pacientes, tal y como lo reportan las revisiones más actuales.

La marcha es una característica humana esencial para la interacción y el desarrollo en sociedad, sin embargo, a raíz de diferentes situaciones se ve afectada transitoriamente o permanentemente; el sector salud se ha encargado de mejorar los procesos de recuperación intra y extrahospitalaria con el paso de los años, evidenciado en las investigaciones realizadas durante la última década, una revisión exploratoria del 2015³ indica que las intervenciones basadas en realidad virtual tienen una ventaja sobre las intervenciones convencionales en la mejora de la velocidad y la calidad de la marcha, además sugieren ser claves en la promoción de la deambulación independiente, sin embargo, se deben emplear diseños sólidos con objetivos específicos, tareas congruentes y con medidas de resultado apropiadas para determinar los parámetros de dosificación e intervención y lograr un entrenamiento óptimo del equilibrio y la marcha.

Deutsch en el 2007²⁰ describió las tecnologías utilizadas en la rehabilitación de la marcha y su efectividad, identificando cuatro tipos de sistema con realidad virtual: sistemas comerciales, sistemas híbridos donde combinaron tecnología comercial con tecnología de laboratorio y sistemas de inmersión completa, enfocados en

el balance y actividades de fortalecimiento de miembro inferior aplicado a la mejora de la marcha, al comparar estos equipos y realizar un análisis de la efectividad de cada uno, llegó a la conclusión de que todos son efectivos, sin embargo, no se demostró cuál tiene mayor impacto y proporciona una mejoría significativa comparada con las demás tecnologías.

De igual forma, las investigaciones empezaron a indagar sobre los fenómenos de neuroplasticidad y reorganización cortical que permiten una medición objetiva y puntual de los procesos de adaptación y mejoramiento continuo de los individuos a nivel cerebral, en el año 2010 Bayon¹ realizó una revisión sistemática donde concluyó que los protocolos de tratamiento en entornos virtuales para pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular (ACV) mejoran la capacidad de prensión y de marcha, además de comprobar la activación del córtex sensitivomotor en el hemisferio lesionado y del sistema de neuronas en espejo durante estos tratamientos facilitan estos procesos.

El balance ha sido otra característica importante para la aplicación de la realidad virtual en rehabilitación, recientemente Darekar en el 2015³ indicó que las intervenciones basadas en realidad virtual mejoran el equilibrio, además menciona que algunos factores asociados con los sistemas de realidad virtual como la práctica de variables repetitivas, la motivación y la retroalimentación, son paradigmas de entrenamiento utilizados en la práctica específica de una tarea facilitando el aprendizaje motor, siendo estos los responsables del beneficio obtenido.

En el 2005 se realizó un ensayo clínico controlado con el objetivo de investigar los efectos de la intervención con realidad virtual en la reorganización cortical y la recuperación locomotora asociada en pacientes con ACV, donde se concluyó que la realidad virtual puede contribuir a cambios positivos en la organización neuronal y la deambulación funcional asociada. Clínicamente, la RV se puede utilizar como una herramienta complementaria en el tratamiento de las secuelas del accidente cerebrovascular²¹.

Es de importancia resaltar el trabajo de la realidad virtual en población con trauma raquímedular (TRM) debido a que es la población de estudio de uno de los macroproyectos a los que se encuentra vinculado este estudio. Es así como la RV proporciona elementos de motivación, interés y la facilidad de acceso al equipo en su domicilio, como lo ocurrido con un entrenamiento basado en videojuegos con Nintendo-Wii que mejora el equilibrio en posición sedente²². Sin embargo se necesitan estudios que den insumos sobre los métodos idóneos que tengan en cuenta el nivel de lesión y la capacidad de equilibrio sentado de cada individuo.

Otros autores investigaron la viabilidad del uso de la RV para el entrenamiento del balance en personas con TRM con lesiones altas²³, encontraron que los individuos con TRM tuvieron un mal desempeño inicial con respecto a los controles, sin embargo mejoraron significativamente con la práctica tanto en la misma sesión como a lo largo de múltiples sesiones.

En un revisión realizada en el 2005²⁴ se expone que los estudios clínicos publicados en el campo de la rehabilitación con RV se desarrollaban con pequeños grupos y sin grupo control, es importante tener en cuenta que para esta época no reconocían tratamiento con RV como "eficaz" para la rehabilitación motora y además faltaba investigación en la identificación de los tipos de pacientes que más se beneficiarán con el tratamiento, cuáles son las características del sistema y cuáles tipos de rutinas de entrenamiento funcionarían mejor.

Las recomendaciones y hallazgos de los autores demuestra que la rehabilitación con realidad virtual es efectiva en los procesos enfocados en la mejoría de la marcha y el balance postural pero aún no es concluyente, sugiere que se debe empezar a investigar con el objetivo de determinar qué tecnologías proporcionan mayor impacto en rehabilitación, la dosificación de la realidad virtual, la orientación de las actividades y tareas, determinar la efectividad de la realidad virtual en otros grupos poblacionales, realizar estudios de costo-beneficio, además de realizar estudios de cohortes más grandes y seguimientos a largo plazo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Establecer el estado actual de la información sobre el uso de la realidad virtual en los procesos de rehabilitación de la marcha y el balance

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los estudios incluidos en la revisión (país, año de publicación y tipo de estudio)
- Caracterizar la población referida en los estudios sobre el uso de la realidad virtual en los procesos de rehabilitación de marcha y el balance
- Establecer los métodos para el uso de la realidad virtual en el área de la rehabilitación de la marcha y el balance
- Determinar las medidas de resultado a tener en cuenta en el uso de la realidad virtual para la rehabilitación de marcha y el balance
- Identificar los resultados y recomendaciones reportados sobre la realidad para el entrenamiento de la marcha y el balance

4. METODOLOGÍA

4.1. DISEÑO DE ESTUDIO

Estudio documental planteado con una metodología de **revisión exploratoria** utilizando el marco de Arksey y O'Malley¹⁰, descrito con mayor detalle por Levac et al²⁵.

Las razones por las que se escogió realizar una revisión exploratoria como metodología de investigación fueron:

- Es un tipo de revisión rápida, podría no describir los resultados de la investigación en detalle, pero es una forma útil de mapear los campos de estudio en los que es difícil visualizar la gama de materiales disponibles.

- Determinar el valor de emprender una revisión sistemática completa.
- Resumir y difundir los hallazgos de la investigación.

Identificar brechas de investigación en la literatura existente.

4.2. UNIDADES DE ANÁLISIS

Artículos científicos que a la lectura del texto completo guarden alguna relación con el tema de la revisión, sus categorías de análisis y adicionalmente que cumplan los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

4.2.1 Criterios de inclusión

- Encontrarse en las bases de datos IEEE, Lilacs, PEDro, Pubmed, Scielo y ScienceDirect.
- Estudios con población superior a 18 años de edad.
- Uso de la realidad virtual en personas sanas o con alguna patología.
- Idioma inglés, español o portugués.
- Publicaciones de los últimos 7 años, enero del 2010 hasta marzo del 2017.

4.2.2 Criterios de exclusión

- Otro tipo de material bibliográfico como revistas o libros.
- Estudios que no sean de acceso libre o no pertenezcan al dominio de las bases de datos de la Universidad del valle.

Palabras claves con sus equivalentes a los otros idiomas: 1) Realidad virtual, 2) Rehabilitación física 4) Marcha 5) Balance 6) Fisioterapia

Inglés: 1) Virtual Reality Exposure Therapy 2) Physical Therapy Modalities 3) Gait 4) Postural balance 5) Physiotherapy 6) Virtual Reality 7) Walk

Portugués: 1) Realidade virtual 2) Modalidades de Fisioterapia 3) Marcha 4) Equilibrio postural 5) Fisioterapia 6) Reabilitação

4.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

El estudio se desarrolló con fuentes de información secundarias, aquellas que provienen de literatura científica publicada, de las bases de datos de IEEE, Lilacs, PEDro, Pubmed, Scielo y ScienceDirect, buscando información acerca del uso de la realidad virtual en el área de la rehabilitación de la marcha y el balance.

4.4. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

- **Características generales de la literatura encontrada:** Información acerca del país y tiempo de publicación, además del tipo de estudio.
- **Características de los participantes:** Información de la condición y cantidad de la muestra utilizada en los artículos, además de sus características individuales y grupales, con el fin de establecer las tendencias de los participantes que se benefician del uso de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha y el balance.
- **Tipos de realidad virtual:** Descripción del equipo y software empleado.
- **Métodos para el uso de la realidad virtual en la rehabilitación:** Descripción del protocolo de intervención (número de sesiones, frecuencia, intensidad, variabilidad de la tarea, entre otros).
- **Medidas de resultado:** Identificación de las medidas de resultado que proporciona el equipo de realidad virtual y las empleadas por el terapeuta para la

evaluación y re evaluación de resultados.

- **Resultados y recomendaciones:** Publicación de resultados agrupados dependiendo de su naturaleza y se analizaron para establecer los más influyentes, de mayor estudio en este campo y el impacto en la población objeto de cada estudio para analizar la pertinencia de la realidad virtual en la rehabilitación.

4.5. FASES DEL ESTUDIO

Fase I: Identificación de la pregunta de investigación

Se determinó la pregunta de investigación de acuerdo a los objetivos de los macro proyectos a los cuales se está vinculado el estudio.

¿Cuál es el estado actual de la información sobre el uso de la intervención con realidad virtual en los procesos de rehabilitación de la marcha y el balance?, se establece como estrategia de búsqueda, la creación de una oración compuesta por los diferentes términos Mesh en inglés y DeSC en español y conectores booleanos con el fin de estandarizar la búsqueda de artículos.

Fase II: Identificación de estudios

Se realizó la búsqueda de literatura en las bases de datos IEEE, Lilacs, PEDro, Pubmed, Scielo y ScienceDirect, por medio de una selección precisa de términos Mesh en inglés y DeSC en español, usando filtros diferentes con el fin de depurar de manera eficaz y precisa la información, limitando la búsqueda a los últimos 7 años que comprende desde enero del 2010 hasta el marzo del 2017, donde haya acceso completo a la información y se encuentre en idioma inglés, español o portugués (*Tablas 1 a la 6*).

BASE DE DATOS: IEEE			
RUTA DE BÚSQUEDA	ARTÍCULOS ENCONTRADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	DUPLICADOS
((Virtual reality) AND Gait) and refined by Content Type: Journals & Magazines Year: 2010-2017	28	3	0
((Virtual Reality Exposure Therapy) AND Postural balance) AND Gait) Year: 2010-2017	0	0	0
((virtual reality) AND postural balance) and refined by Content Type: Conference Publications Year: 2010-2017	16	3	8
((virtual reality) AND postural balance) and refined by Content Type: Journals & Magazines Year: 2010-2017	3	0	0
((virtual reality) AND Gait) AND rehabilitation) and refined by Year: 2010-2017	68	24	2
TOTAL	115	30	10
EXCLUIDOS	85		

Tabla 1: Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos IEEE

BASE DE DATOS: Lilacs			
RUTA DE BÚSQUEDA	ARTÍCULOS ENCONTRADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	DUPLICADOS
Realidad virtual AND Rehabilitación física AND Marcha AND Balance	8	1	0
Realidad virtual AND marcha AND balance	18	1	7
Realidad virtual AND rehabilitación AND marcha	19	0	17
Realidad virtual AND rehabilitación AND balance	53	5	30
Realidad virtual AND Fisioterapia AND marcha	6	0	6
Realidad virtual AND Fisioterapia AND balance	14	0	13
TOTAL	118	7	73
EXCLUIDOS	111		

Tabla 2: Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos Lilacs

BASE DE DATOS: PEDro			
RUTA DE BÚSQUEDA	ARTÍCULOS ENCONTRADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	DUPLICADOS
Virtual reality exposure therapy) AND GAIT	2	0	2
Virtual reality exposure therapy) AND POSTURAL BALANCE	0	0	0
Virtual reality AND gait AND BALANCE	29	5	2
Virtual reality AND gait	35	0	35
Virtual reality AND POSTURAL BALANCE	13	4	7
TOTAL	79	9	46
EXCLUIDOS	70		

Tabla 3: Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos PEDro

BASE DE DATOS: Pubmed			
RUTA DE BÚSQUEDA	ARTÍCULOS ENCONTRADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	DUPLICADOS
“Virtual reality exposure therapy” AND “Physical therapy modalities” AND “Gait” AND “Postural balance”	13	4	0
“Virtual reality exposure therapy” AND “Gait” AND “Postural balance”	19	3	13
“Virtual reality exposure therapy” AND “Physical therapy modalities” AND “Gait” AND “Postural balance” AND “Physiotherapy”	13	0	13
“Physiotherapy” AND “Walk” AND “Virtual reality exposure therapy”	18	2	11
“Physiotherapy” AND “Postural balance” AND “Virtual reality exposure therapy”	24	4	14
“Virtual reality exposure therapy” AND “Rehabilitation” AND “Gait”	31	1	20
“Virtual reality exposure therapy” AND “Rehabilitation” AND “Postural balance”	41	4	30
TOTAL	159	18	101
EXCLUIDOS	141		

Tabla 4: Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos PUBMED

BASE DE DATOS: Scielo			
RUTA DE BÚSQUEDA	ARTÍCULOS ENCONTRADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	DUPLICADOS
Realidade virtual - Modalidades de Fisioterapia* - Marcha	3	2	0
Realidade Virtual – Marcha – Equilibrio	3	0	3
Realidade virtual - Fisioterapia – Equilibrio	6	3	3
Realidade virtual – Reabilitação – Equilibrio	13	5	5
Realidade virtual – Reabilitação – Marcha	3	0	3
TOTAL	28	10	14
EXCLUIDOS	18		

Tabla 5: Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos Scielo

BASE DE DATOS: SCIENCE DIRECT			
RUTA DE BÚSQUEDA	ARTÍCULOS ENCONTRADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	DUPLICADOS
(Virtual reality exposure therapy) and (physical therapy modalities AND GAIT AND POSTURAL BALANCE	24	0	0
Virtual reality exposure therapy AND GAIT AND POSTURAL BALANCE AND rehabilitation.	34	1	1
Virtual reality exposure therapy AND GAIT AND physical therapy modalities	47	0	33
Virtual reality exposure therapy AND POSTURAL BALANCE AND physical therapy modalities	36	1	20
Virtual reality AND Gait OR postural Balance AND LIMIT-TO(topics, "gait, virtual reality, walk, balance") AND LIMIT-TO(content type, "JL,BS", "Journal")	68	3	17
TOTAL	209	5	70
EXCLUIDOS	204		

Tabla 5: Ruta de búsqueda y selección de artículos base de datos Science Direct

Fase III: Selección de estudios

Por la metodología de revisión exploratoria, durante la revisión bibliografía se perfeccionó la estrategia de búsqueda y la revisión de artículos para su inclusión en el estudio. En esta fase a los artículos encontrados por la ruta de búsqueda, se les verificó el cumplimiento con los criterios de inclusión y exclusión, además de la pertinencia de la información para las categorías de análisis del estudio, trabajo realizado por los dos revisores, quienes leyeron de manera independiente los artículos para su selección.

Durante la revisión bibliográfica y de acuerdo con lo encontrado, los investigadores se reunieron constantemente para discutir incertidumbres y dificultades para poder re evaluar y refinar la estrategia de búsqueda y selección de artículos. En caso de no llegar a un consenso, un tercer revisor determinó la clasificación de dicho artículo.

Fase IV: Trazado de datos

Se definieron las categorías de análisis que son las variables que determinan la información a extraer de los artículos para dar respuesta a la pregunta problema. Posteriormente, de acuerdo con las categorías establecidas, se extrajo la información correspondiente por artículo de cada una de ellas y se almacenó en el formato de recolección de datos para la selección de artículos (*Anexo A*)

Fase V: Comparar, resumir y reportar los resultados

- Se realizó un análisis narrativo y numérico de la temática de los artículos encontrados según las bases de datos de donde fueron extraídos.
- Informe y comparación de los resultados, en especial aquellos con afinidad a las categorías de análisis.
- De acuerdo con lo encontrado, se discutieron las implicaciones para las investigaciones futuras, los proyectos a los que está vinculada la investigación y la práctica del fisioterapeuta.

Fase VI: Recomendaciones finales

Dada la naturaleza de los estudios de revisiones exploratorias este apartado permitió que los investigadores hagan declaraciones e interpretaciones personales de acuerdo a lo encontrado, específicamente se determinaron las medidas de resultado a tener en cuenta para la herramienta de realidad virtual en la rehabilitación de marcha humana y las aclaraciones para un protocolo de un programa de rehabilitación funcional apoyado en realidad virtual para la mejora de la estabilidad de tronco y la técnica deportiva.

4.6. ASPECTOS ÉTICOS

Según la resolución 008430 de 1998 del ministerio de salud, este estudio se clasifica **riesgo mínimo** ya que se emplearon técnicas de investigación documental retrospectiva con el fin de llevar a cabo una revisión exploratoria sobre los procesos de rehabilitación en marcha y el balance por medio de la realidad virtual. Con fecha del 8 de Marzo de 2017 con acta de aprobación N° 001 - 017, código de identificación interno 224 - 016

El material bibliográfico que se usó en el estudio fue proporcionado por las bases de datos de la Universidad del Valle o aquellas con libre acceso a la información.

5. RESULTADOS

Se hizo la revisión de seis bases de datos a las cuales la universidad del valle tiene acceso, de acuerdo a las diferentes rutas de búsqueda establecidas se encontraron un total de 708 artículos, de los cuales 314 corresponden a publicaciones duplicadas. De esta manera quedaron 394 artículos que fueron revisados para verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión.

De ahí fueron excluidos 315 y fueron incluidos para la revisión texto completo 79 artículos, sobre los cuales cada uno de los investigadores leyó de manera minuciosa y determinaba si la información reportada respondía a las categorías de análisis previamente planteadas, de esos se excluyeron 24, quedando un total 55 artículos seleccionados para la revisión. Por cuestiones prácticas, se divide la sección de resultados en dos capítulos: marcha y balance.

En el capítulo de MARCHA se registra la información de los 17 artículos incluidos para esta sección, que responden a los objetivos específicos del proyecto de GICI y SINERGIA *“Plataforma de realidad virtual para soportar el proceso de rehabilitación de la marcha humana” para el cual fue vinculado este trabajo.*

Mientras, que el capítulo de BALANCE cuenta con 39 artículos con información pertinente para el desarrollo del proyecto de SINERGIA y el grupo de investigación en biomecánica de la universidad del Valle e INDERVALLE. *“Efecto de un programa de rehabilitación funcional apoyado en realidad virtual para la mejora de la estabilidad de tronco y la técnica deportiva de lanzadores de bala y jabalina paralímpicos del Valle del Cauca”.*

Cabe resaltar que hay artículos presente en los dos capítulos de resultados, debido a la pertinencia de su información en las ambas temáticas. Finalmente se presentan los resultados correspondientes a las unidades de análisis planteadas en la metodología.

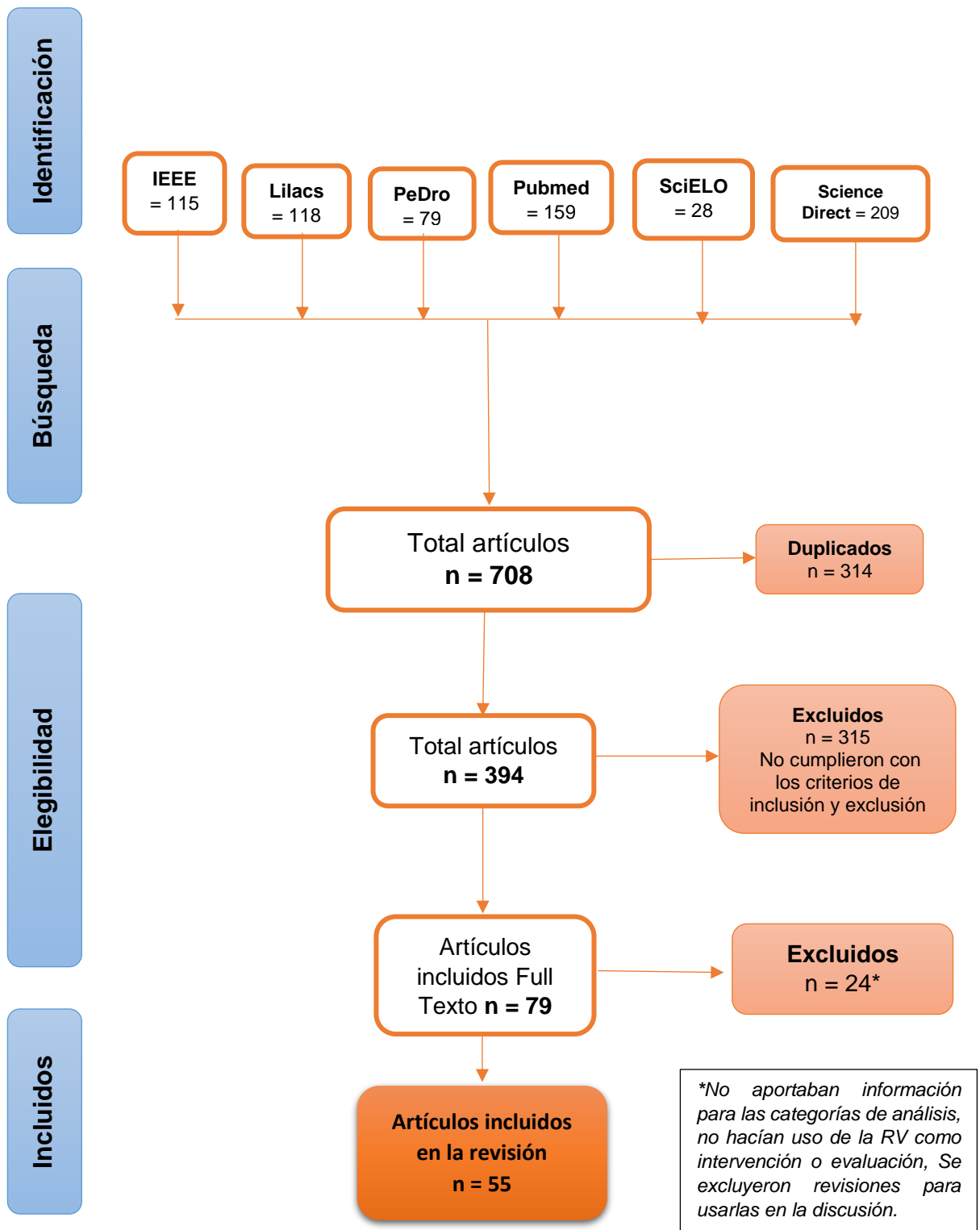


Figura 2. Diagrama de flujo selección de estudios.

5.1 MARCHA

TABLA RESUMEN – DIAGNOSTICO, TAMAÑO DE MUESTRA, MEDIDAS DE RESULTADO Y CONCLUSIONES DE LAS INTERVENCIONES CON REALIDAD VIRTUAL EMPLEADAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA MARCHA				
Autor (apellido, año)	Diagnóstico	Tamaño de muestra	Medidas de resultado	Conclusiones
Fung et al (2011) ²⁶	Accidente cerebro vascular	18, GI:9 - GC:9	Zancada, velocidad de la marcha, ancho del paso, centro de masa, prueba de caminata de 10 minutos	Se necesita más información para determinar el uso de la información táctil para la rehabilitación de la marcha en ACV.
Killane et al (2015) ²⁷	FOG –Parkinson	20, GI: 17 - GC: 7	Tiempo de reacción, tiempo de paso, ritmicidad y simetría	Los ambientes de RV pueden ser útiles en el entorno clínico, tanto como un medio para evaluar la marcha en la enfermedad de Parkinson, sino también como una posible intervención terapéutica
Bergmann et al (2011) ²⁸	Accidente cerebro vascular	1	Control de participación, activación de la pierna espástica y contribución de las articulaciones de miembros inferiores	Retroalimentación visual activa más la cadera que la rodilla. El trabajo bilateral y unilateral activa el control motor de la marcha, pero el trabajo unilateral logra una mayor contribución de la pierna espástica.
D'alencar et al (2015) ²⁹	Parkinson	31, GI: 15 - GC: 16	Prueba de caminata de 10 minutos	El entrenamiento con RV incrementa la velocidad dinámica de la marcha y la funcionalidad del individuo.
Peruzzi et al (2015) ³⁰	Esclerosis múltiple	13, GI: 6 - GC: 7	Evaluación de la marcha donde evaluaron, velocidad marcha, cadencia, Longitud de zancada, movimiento en las articulaciones de miembro inferior y prueba de caminata de 6 minutos, prueba de caminata de 10 minutos, prueba de levántate y anda, prueba de balance de berg, prueba de cuatro pasos cuadrados	La doble tarea y RV involucra un mayor reto y mejores resultados en los pacientes con esclerosis múltiple.
Shema et al (2013) ³¹	Parkinson, accidente cerebrovascular y trastornos del equilibrio en ancianos	60	prueba de levántate, prueba de caminata de 2 minutos prueba de caminata de 10 minutos, Prueba de cuatro pasos cuadrados	El entrenamiento en caminadora con RV parece ser una herramienta eficaz y práctica que se puede aplicar en una clínica de la terapia física del paciente no internado. Este entrenamiento aparentemente conduce a mejoras en la marcha, la movilidad y el control postural.
Meldrum et al (2015) ³²	Trastornos vestibulares	71, GI: 35 - GC: 36	Velocidad de marcha, longitud del paso, ancho del paso y el porcentaje del ciclo de la marcha, prueba de	Los resultados se mantuvieron a las 8 semanas y a los 6 meses después del

			organización sensorial, actividades de la vida diaria, cuestionario de beneficios de rehabilitación Vestibular, cuestionaría de confianza en actividades de balance y escala de ansiedad y depresión en el hospital	tratamiento. La realidad virtual no es mejor que la terapia convencional vestibular, pero puede ser aplicada como un método de reentrenamiento motor en este tipo de pacientes.
McEwen et al (2014) ³³	Accidente cerebro vascular	59, GI: 30 - GC: 29	Levántate y anda, prueba de caminata de 2 minutos, escala de evaluación de accidente cerebrovascular *Dominio de la pierna (Chedoke McMaster)	La intervención de RV en pacientes con ACV internados mejora los resultados relacionados con la movilidad. Los estudios futuros podrían incluir a participantes que no puedan caminar, así como las estrategias de implementación para el uso clínico de la RV.
Mirelman et al (2013) ³⁴	Trastorno del equilibrio en ancianos	300, GI: 150 - GC: 150	Frecuencia de caídas, velocidad y variabilidad de la marcha, prueba de caminata de 10 minutos, deambulación comunitaria, prueba de cuatro pasos cuadrados, batería de rendimiento físico, la prueba de evaluación de sistemas de equilibrio, evaluación cognitiva de Montreal, prueba del trazo, fluidez verbal - SF-36	ESTUDIO PRELIMINAR
Singh et al (2013) ³⁵	Accidente cerebro vascular	28, GI: 15 - GC: 18	Levántate y anda, 30 segundos para sentarse, prueba de caminata de 10 minutos, prueba de caminata de 6 minutos, índice de barthel	La RV puede ser utilizada en personas con ACV para reemplazar una parte del tiempo de la fisioterapia convencional en centros de rehabilitación, realizándose con un mínimo de supervisión, lo que ahorra tiempo al terapeuta y mejora la atención en el servicio.
Ulaşlı et al (2013) ³⁶	Leucodistrofia metacromática	1	Categoría de ambulación funcional – medida de independencia funcional – prueba de balance de Berg- prueba de caminata de 6 minutos - prueba de caminata de 10 minutos	Un paciente con LDM que tenía dificultades en el equilibrio y para caminar, fue tratado con éxito con el entrenamiento de RV (Xbox Kinect), además de la rehabilitación convencional. Xbox Kinect es una herramienta de fácil acceso que también puede ser utilizada por los pacientes en casa.
Schafer et al (2013) ³⁷	Trauma Craneoencefálico	30, GI: 15 - GC: 15	Prueba de Ataxia por Klockgether, – prueba de balance de Berg, evaluación funcional de la marcha, Prueba de fufl Meyer, prueba de percepción visual	El ángulo de visión es un parámetro crítico que debe ser ajustado cuidadosamente para adaptar el rendimiento motor y para lograr el efecto terapéutico máximo durante la RV.

Thomas et al (2014) ³⁸	Esclerosis múltiple	30, GI: 15 - GC: 15	Prueba de caminata de 2 minutos, prueba de postura permanente, prueba de levántate y anda, ritmicidad de paso de paso, posturografía estática, cuestionario de ejercicio Godin Leisure, ActivPAL, prueba de clavijas de nueve agujeros, escala de autoeficacia del ejercicio de lesión medular, escala de depresión y ansiedad en el hospital, EuroQual 5 dimensiones-5 niveles, escala de impacto de esclerosis múltiple, cuestionario de síntomas de fatiga, SF-36v2.	Este estudio piloto incluirá un seguimiento a largo plazo (1 año) para considerar la adherencia. Será un método de intervención mixto.
Kubicki et al (2015) ³⁹	Síndrome piramidal o extra piramidal o neuropatía periférica.	46, GI: 23 - GC: 23	prueba de levántate y anda, velocidad de la marcha, velocidad de marcha en doble tarea, parámetros cinemáticos de la mano, centro de presión	Las terapias de rehabilitación deberían tener en cuenta las posibilidades del entrenamiento en doble tarea y la plasticidad neuronal del paciente.
Peruzzia et al (2016) ⁴⁰	Esclerosis múltiple	8	Análisis marcha: marcha normal, marcha con doble tarea, prueba de caminata de 6 minutos, prueba de los cuatro pasos cuadrados, tiempo superando un obstáculo.	Los hallazgos sugieren que el programa intensivo y progresivo de entrenamiento basado en RV puede ser un enfoque viable en la esclerosis múltiple y puede afectar positivamente condiciones complejas de la marcha, como la tarea dual y la negociación de obstáculos. Se necesita más investigación.
Llorens et al (2015) ⁴¹	Accidente cerebro vascular	22, GI: 11 - GC: 11	Prueba de balance de berg, escala de tinetti (balance y marcha), balance de brunel, prueba de caminata de 10 minutos	Las intervenciones en RV pueden ser un recurso efectivo para la mejora del equilibrio en individuos con ACV crónico.
Bin Song et al (2015) ⁴²	Accidente cerebro vascular	40, GI: 20 - GC: 20	Capacidad de equilibrio (descarga de peso en rango anterior / posterior y estático), prueba de levántate y anda, prueba de caminata de 10 minutos	RV y cicloergometro son eficaces para mejorar el equilibrio, habilidades de la marcha, depresión y relaciones interpersonales en pacientes con ACV

Tabla 7. Resumen diagnósticos, tamaño de muestra, medidas de resultado y conclusiones de las intervenciones con realidad virtual empleadas para la rehabilitación de la marcha. / **GI:** Grupo intervención – **GC:** Grupo control.
RV: Realidad virtual, **ACV:** Accidente cerebro vascular, **LDM:** Leucodistrofia metacrómica **SF-36:** Cuestionario calidad de vida forma corta

5.1.1 Características generales de la literatura encontrada. En la revisión se incluyó un artículo del 2016⁴⁰, siete del 2015²⁷⁻⁴², tres del 2014³³⁻³⁹, cinco del 2013³¹⁻³⁷, dos del 2011^{26,28} y por último 2010 y 2012 sin publicaciones.

Los países con mayor número de publicaciones incluidas en la revisión fueron Corea del sur^{43,42}, Israel^{31,34}, Irlanda^{27,32} y Canadá^{33,26} con dos artículos cada uno.

Los tipos de estudio se dividieron en tres grupos, experimentales (n=15) en donde los ensayos clínicos controlados (n=8) equivalen al 44,4% de estos, los estudios observacionales (n=2) y preliminares (n=1) (Tabla 8).

CARÁCTER METODOLÓGICO DE LOS ARTICULOS DE MARCHA		
Experimentales	Ensayos clínicos controlados	9
	Otros	1
	Piloto	5
Observacionales		2
Preliminares		1

Tabla 8. Cantidad de artículos de marcha según el tipo de estudio
Otros: estudio de validación de realidad virtual en pacientes.

5.1.2 Características de los participantes. En la información recolectada los participantes presentaron distintas patologías, las más comunes se centraron en siete estudios de personas con accidente cerebrovascular (38,8%)^{26,28,31,33,35,41,42}, tres con esclerosis múltiple (16,6%)^{30,38,40}, tres con adultos mayores con trastornos del equilibrio (16,6%)^{31,34, 39}, tres con enfermedad de Parkinson (16,6%)^{27,29,31} y los demás estudios se realizaron en pacientes con diagnósticos individuales como leucodistrofia metacromática y trauma craneoencefálico entre otros (22,2%)^{32, 36,37,43}. Se debe aclarar que un estudio investigó tres poblaciones por lo tanto fue incluido en los tres grupos poblacionales³¹.

Las distribución de las muestras poblacionales se dividió en: seis estudios con una población comprendida entre 21 a 30 pacientes (33,3%), tres de 11 a 20 participantes (16,6%) y tres de 1 a 10 participantes (16,6%), y el 33,5% restante corresponde a estudios que fueron realizados con poblaciones superiores a 31 pacientes, donde uno de ellos contó con la participación de setenta y un personas y un estudio preliminar planteado para ser realizado con trescientas personas.

5.1.3 Tipos de realidad virtual

5.1.3.1 Sistemas virtuales convencionales. De los artículos revisados para la sección de marcha, se identificaron ocho intervenciones que usaron consolas convencionales como: Nintendo Wii – Fit, siendo una de las más populares^{29,32,35,38,43} seguido del Xbox Kinect^{35,36,42}.

Los juegos utilizados en Nintendo Wii fueron: *Balance bubble game, Soccer heading, Slalom de snowboard, Table tilt, Free step, Hula hoop, Boxing, Togo twist*. Mientras que los juegos utilizados en el Xbox Kinect fueron: *Rally ball, Reflex ridge, kinect sport (bolos, dardos, tenis y fútbol), Kinect sport season 2, Kinect adventure, y Kinect gunstringer*.

5.1.3.2 Sistemas virtuales desarrollados en laboratorio. Por otra parte, en la revisión se reportan nueve artículos que implementan sistemas de realidad virtual independiente, tales como el CAREN, IREX y WorldViz, entre otros^{26,27,28,33,34,37}. Descritos de manera individual en la *tabla 9*.

El entorno o espacio virtual que recrean estos sistemas es importante para la motivación del paciente y la tarea a realizar, es por esto que tres artículos^{27,28,40}, reportan el uso de un ambiente libre cambiante como lo es una playa, un jardín o bosques.

De igual forma la actividad a realizar también es importante, por eso cinco artículos reportan la efectividad de la doble tarea durante el entrenamiento de marcha^{27,30,31,34,40} o el uso de actividades de alcance funcional utilizando miembros superiores o inferiores^{37,39}.

5.1.3.3 Equipos utilizados adicionalmente. Seis artículos utilizaron caminadora o banda sin fin^{26,28,30,31,34,40}, dos de ellos utilizaron un arnés de seguridad^{26,40}, uno de ellos un arnés de soporte parcial de peso²⁶, gafas para inmersión de la RV^{40,26} y solo un sistema utilizó Lokomat²⁸. De los artículos incluidos en esta sección, uno no da reportes para este apartado⁴¹.

5.1.4 Métodos para el uso de la realidad virtual

TABLA RESUMEN EQUIPOS, TIEMPOS DE INTERVENCIÓN Y RESULTADOS DE LAS PRUEBAS UTILIZADAS EN LOS ARTÍCULOS DE MARCHA										
	Autor (Apellido - Año)	Equipo	Tiempos de intervención			CS	+/-	SC	Prueba utilizada	Variable de estudio
0-3 semanas	Killane et al (2015) ²⁷	Juego laberinto: [DFKI, Alemania] Movilidad en el espacio: Nintendo Wii	2	4	20 min			X	Pruebas de laboratorio – Análisis de marcha	Velocidad medio lateral, tiempo de paso, ritmicidad, simetría, zancada y velocidad de oscilación durante la marcha
	D'alencar et al (2015) ²⁹	Nintendo Wii and Balance Board Platform	3	3	35 min		X		Test de Caminata de los 10 minutos	Velocidad de la marcha
	McEwen et al (2014) ³³	Interactive Rehabilitation Exercise software (IREX)	3	4	20 min	X			Test de Caminata de los 2 minutos	Resistencia aeróbica y marcha funcional
	Kubicki et al (2015) ³⁹	Fovea Interactive	3	3	-	Evaluaron análisis de la marcha pero no reportan resultados sobre esta variable				
	Peruzzi et al (2015) ³⁰	Sistema independiente RV y caminadora	6	3	45 min	X			Pruebas de laboratorio – Análisis de marcha	Velocidad medio lateral, tiempo de paso, ritmicidad, simetría, zancada y velocidad de oscilación durante la marcha

4-6 semanas								X	Test de Caminata de los 10 minutos	Velocidad de la marcha
	Shema et al (2013) ³¹	Caminadora con RV	5	3	60 min			X	Test de Caminata de los 2 minutos	Resistencia aeróbica y marcha funcional
								X	Test de Caminata de los 10 minutos	Velocidad de la marcha
	Mirelman et al (2013) ³⁴	V-TIME, caminadora	6	3	45 min	Estudio preliminar				
	Singh et al (2013) ³⁵	Nintendo® Wii Fit Plus with Balance Board y Xbox 360 Kinect	6	2	30 min	X			test de sentarse y ponerse de pie en treinta segundos	Fuerza en miembros inferiores para adultos
	Ulaşlı et al (2013) ³⁶	Xbox 360 Kinect	6	5	105 min	X			Test de Caminata de los 10 minutos	Velocidad de la marcha
						X			test de sentarse y ponerse de pie en treinta segundos	Fuerza en miembros inferiores para adultos
	Peruzzi et al (2016) ⁴⁰	Sistema independiente RV, caminadora, arnés de seguridad y gafas.	6	2	45 min	X			Pruebas de laboratorio – Análisis de marcha	Velocidad medio lateral, tiempo de paso, ritmicidad, simetría, zancada y velocidad de oscilación durante la marcha
X								Tinetti Marcha	Marcha y equilibrio	

Mas de 6 semanas	Meldrum et al (2015) ³²	Nintendo Wii Fit Plus + Balance board	8	5	15 min			X	Pruebas de laboratorio – Análisis de marcha	Velocidad medio lateral, tiempo de paso, ritmicidad, simetría, zancada y velocidad de oscilación durante la marcha
	Bin Song et al (2015) ⁴²	Xbox 360 Kinect	8	5	30 min	X			Test de Caminata de los 10 minutos	Velocidad de la marcha
Sin conteo de semanas	Fung et al(2011) ²⁶	CAREN-3, MOTEK BV Caminadora, Gafas 3D, Arnés de seguridad	Una Sola intervención					X	Pruebas de laboratorio – Análisis de marcha	Velocidad medio lateral, tiempo de paso, ritmicidad, simetría, zancada y velocidad de oscilación durante la marcha
								X	Test de Caminata de los 10 minutos	Velocidad de la marcha
	Bergmann et al (2011) ²⁸	Sistema independiente RV, lokomat, caminadora	Una sola intervención			Reporta activación de la pierna parética durante la RV			Pruebas de laboratorio – Análisis de marcha	Activación de la pierna parética
	Schafer et al (2013) ³⁷	Software WorldViz	No reporta							
	Thomas et al (2014) ³⁸	Nintendo Wii Fit - Balance board	Es un protocolo de un piloto de ensayo clínico controlado, no se han establecido los tiempos.							

Tabla 9. Resumen equipos, tiempos de intervención y resultados de las pruebas utilizadas en los artículos de marcha **CS:** cambios significativos, **+/- :** presenta cambios pero sin ser significativos, **SC:** sin cambios significativos, **RV:** realidad virtual, **MONTEK BV:** empresa desarrolladora de la interface de realidad virtual, **DFKI:** centro de búsqueda en inteligencia artificial en sus siglas en alemán.

5.1.4.1 Tiempos de intervención. Los artículos revisados describen intervenciones con una duración total entre 3 y 8 semanas, con una frecuencia semanal de 2 a 5 veces y una duración de 20 a 60 minutos de actividades con realidad virtual. La intervención de menor duración fue de 15 minutos³² por sesión de realidad virtual; se debe resaltar que algunos estudios tuvieron seguimiento después de la finalización de la intervención, que se realizó desde la cuarta semana hasta los 12 meses^{33,34,38,40}. Los artículos se describen de manera individual en la *tabla 9*.

5.1.4.2 Intervención. Se dividen según tres modalidades: en el 66,6% de los artículos revisados se compara la realidad virtual VS otra intervención, el 16,6% la intervención con realidad virtual aislada sin grupo control, el 11,1% presenta comparación entre intervenciones con realidad virtual y el 5,5% otro tipo de intervención como ejercicios de fortalecimiento y estiramiento muscular, coordinación, balance o entrenamiento en banda sin fin complementado con realidad virtual. Descritos de manera individual en la *tabla 9*

5.1.5 Medidas de resultado. Son las pruebas y mediciones que se realizan antes de una intervención y después de la misma para realizar un seguimiento del progreso del individuo a partir de características específicas. Se dividieron las medidas de resultado en dos categorías: baterías de evaluación en donde se buscan resultados por medio de pruebas y la otra categoría denominada pruebas de laboratorio que son aquellas arrojadas por un dispositivo de análisis.

La prueba relacionada con marcha más utilizado en las publicaciones revisadas fue la “prueba de caminata de los diez minutos” presente seis veces (33,3%) y la siguiente medida de laboratorio más frecuente, fueron las características espacio temporales de la marcha (n=13) (72,2%).

5.1.6 Resultados y recomendaciones. Corresponde a los resultados de las intervenciones de los artículos seleccionados, los cuales se presentan de acuerdo a la división de las medidas de resultado descritas anteriormente. Las dos categorías son: pruebas de laboratorio, que recogen todas las evaluaciones realizadas por medio de equipos de análisis de marcha y los resultados obtenidos en las baterías de evaluación que se encargan de tomar mediciones objetivas por medio de pruebas de campo implementadas por los investigadores.

5.1.6.1 Resultados de las pruebas de laboratorio. Estos resultados están puestos en las características del individuo que aporta el equipo o laboratorio de análisis de la marcha, como la velocidad medio lateral, tiempo de paso, ritmicidad, simetría,

zancada y velocidad de oscilación durante la marcha. Dos artículos reportan resultados en estas características después de la intervención con RV^{26,32}.

En el estudio de Fung et al²⁶ realizaron un análisis cinemático donde encontraron que la anchura de paso en sujetos con ACV es significativamente mayor que en individuos sanos, también que la velocidad de marcha cambiaba durante las diferentes inclinaciones de la superficie, independientemente de las condiciones de contacto. Mientras que en los parámetros de velocidad de la marcha, Meldrum et al³² no encontraron diferencia entre ambos grupos de intervención, la única variable que mostró resultados significativos fue la **agudeza visual** y estos logros alcanzados se mantuvieron 8 semanas y 6 meses después de la intervención.

Así mismo, las actividades que involucraron doble tarea durante la intervención evidencian una mejoría significativa de estas características por encima de las acciones que no utilizan doble tarea^{27,30,40}, en el estudio de Killane et al²⁷ las personas con parkinson y episodios de “*freezing of gait*” después de la intervención, obtuvieron mejoría en las variables de ritmicidad y tiempo de reacción de la marcha después de realizar RV con doble tarea (P=0,06), disminuyendo así la aparición de episodios de marcha congelante.

Mientras que lo reportado por Peruzzi et al³⁰ el grupo control y el grupo intervención mejoraron en todos los aspectos de la evaluación espacio temporal de la marcha. Pero el análisis por articulación reporta un aumento en la actividad del tobillo en ambas situaciones (marcha simple y en doble tarea) pero en esta última se presenta el pico más significativo mientras se aplica con RV, resultados similares⁴⁰ se reportan en una investigación posterior realizada en 2016 por los mismos autores.

5.1.6.2 Resultados de las baterías de evaluación. De las pruebas utilizadas para la evaluación de la marcha, la prueba de caminata de los 10 minutos, presenta reportes más diversos.

Tres artículos reportan mejorías significativas después de la intervención en RV^{36,41,42}. Es el caso del estudio de Ulasli et al³⁶ donde la importancia significativa lo da un parámetro clínico reportado por la literatura más no uno estadístico, es por esto que en el test de caminata de los 10 minutos tuvo una mejora que superó las expectativas clínicas, pero seis semanas después de la intervención el desempeño del paciente se deterioró. Sin embargo, estos resultados fueron mejores que en el inicio del programa. Al igual que para Llorens et al⁴¹ el resultado del entrenamiento con RV, obtuvo una mejoría estadísticamente significativa P=0,05 en este test. De

igual forma Bin Song et al⁴² afirman que después de la intervención con RV y al compararlo con el GC, la prueba de caminata de 10 minutos mejoró y existe una diferencia significativa entre ambos grupos.

Otro estudio refiere que los resultados aunque presentan mejoría, no son estadísticamente significativos en comparación con la terapia convencional, como lo es en el caso de D'alencar et al²⁹ los investigadores reportan que después de la intervención los dos grupos mejoraron en la prueba de caminata de 10 minutos pero sin ser un resultado significativo. Adicionalmente, afirman la correlación de la velocidad de la marcha con la severidad de la enfermedad y otros donde definitivamente la realidad virtual no presenta resultados significativos en la marcha^{26,30}.

Otras pruebas que presentaron mejoría significativa fueron **Tinetti marcha**, preservando resultados en el tiempo después de la intervención con RV por lo reportado en Peruzzia et al⁴⁰, test de caminata de los seis minutos³⁶, test de caminata de los 2 minutos³³ y en el test de sentarse y ponerse de pie en treinta segundos^{35,36}. El artículo de Thomas et al³⁸, no reporta resultados porque se trata de un estudio preliminar.

En la *tabla 9* se presenta un resumen de las pruebas utilizadas, la variable estudiada y si su resultado fue estadísticamente significativo o no.

5.1.6.3 Recomendaciones. Estas recomendaciones corresponden a las sugerencias que dan los autores de los artículos revisados para esta sección, que pueden ser de utilidad para próximos estudios.

Los relacionados con el diseño metodológico sugieren: cohortes más grandes^{27,40,42,43} y seguimiento en el tiempo para determinar si lo alcanzado con la RV perdura^{39,40,43}; actividades de tarea doble^{27,30}, buscar sistemas de realidad virtual ubicados en un contexto y que permitan al paciente realizar movimientos cercanos a la realidad³⁷. Adicionalmente se identifica que en la mayoría de artículos no se establecen protocolos claros de progresión de las actividades.

5.2 BALANCE

TABLA RESUMEN – DIAGNOSTICOS, TAMAÑO DE MUESTRA, MEDIDAS DE RESULTADO, CONCLUSIONES DE LAS INTERVENCIONES CON REALIDAD VIRTUAL EMPLEADAS EN LA REHABILITACIÓN DEL BALANCE				
Autor (apellido, año)	Diagnóstico	Tamaño de muestra	Medidas de resultado	Conclusiones
Shema et al (2013) ³¹	Parkinson, accidente cerebrovascular y trastornos del equilibrio en ancianos	60	Prueba de levántate y anda, prueba de caminata de 2 minutos, prueba de caminata de 10 minutos, prueba de cuatro pasos cuadrados	El entrenamiento en caminadora con RV parece ser una herramienta eficaz y práctica que se puede aplicar en una clínica de la terapia física del paciente no internado. Este entrenamiento aparentemente conduce a mejoras en la marcha, la movilidad y el control postural.
McEwen et al (2014) ³³	Accidente cerebro vascular	59, GI: 30 - GC: 29	Prueba de levántate y anda, prueba de caminata de 2 minutos, escala de evaluación de accidente cerebrovascular *Dominio de la pierna (Chedoke McMaster)	La intervención de RV en pacientes con ACV internados mejora los resultados relacionados con la movilidad. Los estudios futuros podrían incluir a participantes que no puedan caminar, así como las estrategias de implementación para el uso clínico de la RV.
Singh et al (2013) ³⁵	Accidente cerebro vascular	28, GI:15 GC:13	Levántate y anda, prueba de sentarse en 30 segundos, prueba de caminata de los 10 minutos, prueba de caminata de los 6 minutos, Índice de barthel.	La RV puede ser practicada por sobrevivientes de accidentes cerebrovasculares para reemplazar una parte del tiempo estándar de fisioterapia en los centros de rehabilitación. El entrenamiento de RV se puede realizar con la supervisión mínima, ahorrando tiempo al terapeuta y permitiendo una mejor atención a los pacientes con accidente cerebrovascular agudo.
Ulasli et al (2015) ³⁶	Leucodistrofia metacromática	1, GI: 1	Categoría de ambulación funcional - medida de independencia funcional – prueba del equilibrio de berg – prueba de caminata de los 6 minutos - prueba de caminata de los 10 minutos	Añadir RV a un programa de rehabilitación convencional es una tendencia emergente en la rehabilitación neurológica. Nuestro paciente con demostró mejoras considerables con un alto nivel de disfrute y satisfacción.
Schafer et al (2013) ³⁷	Trauma craneoencefálico	30, GI:15 GC:15	Prueba de Ataxia por Klockgether – prueba del equilibrio de Berg - prueba funcional de evaluación de marcha - escala de evaluación fugl-Meyer - prueba de percepción visual	Los resultados sugieren que la percepción visual en el ambiente virtual difiere de la percepción del mundo real y el rendimiento de las tareas funcionales. El ángulo de visión es

				un parámetro crítico que debe ajustarse cuidadosamente para conseguir el efecto terapéutico máximo durante la práctica en el AV
Thomas et al (2014) ³⁸	Esclerosis múltiple	30, GI:15 GC:15	Prueba de caminata de 2 minutos, prueba de postura permanente, prueba de levántate y anda, ritmicidad de paso de paso, posturografía estática, cuestionario de ejercicio Godin Leisure, ActivPAL, prueba de clavijas de nueve agujeros, escala de autoeficacia del ejercicio de lesión medular, escala de depresión y ansiedad en el hospital, EuroQual 5 dimensiones-5 niveles, escala de impacto de esclerosis múltiple, cuestionario de síntomas de fatiga, SF-36v2.	N/A (ESTUDIO PRELIMINAR)
Kubicki et al (2014) ³⁹	Síndrome piramidal o extra piramidal o neuropatía periférica.	46, GI: 23 - GC: 23	Prueba de levántate y anda, velocidad de la marcha, velocidad de marcha en doble tarea, parámetros cinemáticos de la mano, centro de presión	Las terapias de rehabilitación deberían tener en cuenta las posibilidades del entrenamiento en doble tarea y la plasticidad neuronal del paciente.
Lloréns et al (2015) ⁴¹	Accidente cerebro vascular	22, GI:11 GC:11	Prueba de balance de berg, escala de tinetti, prueba de balance de brunel, prueba de caminata de 10 minutos	Las intervenciones de realidad virtual pueden ser un recurso efectivo para mejorar la mejora del equilibrio en individuos con accidente cerebrovascular crónico.
Park et al (2015) ⁴³	Adulto mayor sano	24, GI:12 GC:12	Longitud de oscilación postural de 30 seg, velocidad media de oscilación postural con los ojos abiertos y mirando al frente, prueba de levántate y anda	Proporciona una retroalimentación visual y auditiva inmediata con respecto a los resultados del ejercicio, aumentando así el efecto de aprendizaje del ejercicio.
Bin Song et al (2015) ⁴²	Accidente cerebro vascular	40, GI:20 GC: 20	Prueba de levántate y anda, prueba de caminata de 10 minutos	El entrenamiento de la realidad virtual y el entrenamiento ergométrico fueron eficaces para mejorar el equilibrio, las habilidades de andar, la depresión y las relaciones interpersonales entre los pacientes con ictus.
Gottshall et al (2012) ⁴⁴	Trastornos vestibulares	4, GI: 4	Posturografía dinámica computarizada, prueba de organización sensorial, agudeza visual y prueba de mirada estable, evaluación funcional de la marcha, encuesta Inventario de discapacidad por vértigo, prueba de confianza de balance durante las actividades	La terapia basada en la realidad virtual es una herramienta atractiva y eficaz para tratar a los pacientes con deficiencias relacionadas con una lesión cerebral previa.
Llorens et al (2011) ⁴⁵	Accidente cerebrovascular	13, GI: 13	Prueba de balance de berg, prueba de balance de tinetti, medida de la marcha de tinetti, posturografía	El análisis estadístico de la evaluación de seguimiento, mostró una mejoría significativa en tinetti macha, es decir, en ausencia de la terapia virtual.

Chang et al (2016) ⁴⁶	Adulto mayor sano	30, GI: 30	Centro de presión, electrocardiograma	Mostraron que tanto la amplitud de la oscilación postural como la activación cortical fueron influenciadas por la escena RV, y el incremento del centro de presión relacionado a la RV.
Ustinova et al (2013) ⁴⁷	Trauma craneoencefálico	9, GI:9	Escala de Ataxia, prueba de balance de berg, Medida funcional de la marcha, prueba de alcance funcional	Una vez finalizado el tratamiento, los participantes mejoraron las puntuaciones en las 4 pruebas en un grado diferente.
Albiol-Pérez et al (2013) ⁴⁸	Guillan Barré	2, GI: 2	MECLobo, Índice de barthel, la escala de morale del centro geriátrico de filadelfia, índice de comorbilidad de Charlson, tiempo en posición unipodal, prueba de balance de berg, prueba de levántate y anda, prueba de caminata de los 10 minutos, prueba de tinetti y prueba de ponerse de pie y sentarse durante 30 segundos	No concluyentes, Sin embargo, debido a la presencia de déficits residuales, es necesario seguir utilizando las terapias centradas en el equilibrio, el control postural y la rehabilitación de la marcha.
Casanova et al (2015) ⁴⁹	Esclerosis múltiple	1, GI: 1	Escala de balance de berg, mini prueba del estado mental, posición de la articulación del hombro y la cadera en plano frontal y sagital.	El análisis dinámico del movimiento humano puede ayudar a entender cómo se comporta el paciente y cuáles son los mecanismos subyacentes bajo ciertas condiciones patológicas.
D' alencar et al (2015) ⁵⁰	Parkinson	31, GI:15 GC: 16	Evaluación cognitiva de Montreal, prueba de balance de berg	Los estudios demuestran que la cognición es un factor que puede interferir, con las variables funcionales importantes, como el equilibrio, y las características interactivas de la RV pueden ayudar a mejorar la cognición.
Duque et al (2013) ⁵¹	Trastorno del equilibrio en ancianos	60, GI:30 GC:30	Posturografía, parámetros de marcha, fuerza de agarre, parámetros bioquímicos (Ca+PTH, creatinina, albúmina), escala de depresión geriátrica 6. IMC, encuesta de actividades y el temor de Caer en el Anciano	Se ha demostrado con éxito que la nueva formación de BRU es un método eficaz para ofrecer entrenamiento de equilibrio a la comunidad de adultos mayores con trastornos del equilibrio.
Kim et al (2015) ⁵²	Accidente cerebro vascular	17, GI:10 GC:7	Longitud de desplazamiento postural, velocidad de oscilación postural promedio	De acuerdo con los resultados de este estudio, se confirma que el entrenamiento en caminadora con RV tiene un efecto positivo sobre las medidas de equilibrio estático en pacientes con accidente cerebrovascular.
Sheehy et al (2016) ⁵³	Accidente cerebro vascular	76, GI:38 GC:38	Función en la prueba de sentado - escala de sentado de Ottawa - centro de presión -escala de rendimiento del alcance - prueba de la función motora de Wolf - Cuestionario del ejercicio (BREQ-2), límites de la estabilidad.	El entrenamiento con realidad virtual tiene un gran potencial como modalidad de tratamiento después del accidente cerebrovascular.

Fu et al (2015) ⁵⁴	Trastorno del equilibrio en ancianos	60, GI:30 GC:30	Perfil fisiológico (PPA) que evalúa sensibilidad al contraste, propiocepción, fuerza del cuádriceps, tiempo de reacción simple y oscilación postural	En adultos mayores institucionalizados con un historial de caídas, el entrenamiento con equilibrio Wii Fit fue más efectivo que el entrenamiento convencional de equilibrio para reducir el riesgo y la incidencia de caídas.
Lee et al (2016) ⁵⁵	Accidente cerebro vascular	10, GI:5 GC: 5	Escala del deterioro de tronco, prueba de alcance funcional, prueba del equilibrio de berg y prueba de levántate y anda, Medición de fugl-Meyer	El entrenamiento basado en la realidad virtual del juego de canoa es una intervención aceptable y efectiva para mejorar la estabilidad postural del tronco, el equilibrio y la función motora de las extremidades superiores en pacientes con accidente cerebrovascular.
Bin Song et al (2014) ⁵⁶	Accidente cerebro vascular	20, GI:10 GC:10	prueba del equilibrio de berg, Índice de caídas, índice de estabilidad y el índice de distribución de peso, posturografía	La inclusión de los programas RV y Tetrax no dio lugar a un beneficio global en equilibrio. Sin embargo, RV y Tetrax demostraron un beneficio en posiciones específicas. Un programa de Tetrax puede beneficiar a los pacientes con función propioceptiva anormal, mientras que un programa de RV puede beneficiar a los pacientes con función sensorial normal.
Cho et al (2012) ⁵⁷	Accidente cerebro vascular	22, GI:11 GC:11	Velocidad de oscilación postural mediante el centro de presión, prueba del equilibrio de berg y prueba de levántate y anda	Sugiere que el uso de la realidad para el entrenamiento del balance es más efectivo en la mejora del balance dinámico comparado con el balance estático.
Loureiro et al (2012) ⁵⁸	Parkinson	6, GI: 6	prueba del equilibrio de berg - escala de Borg - Escala de Nottingham's – levántate y anda – prueba de alcance funcional	La terapia de realidad virtual usando Wii Fit mostró mejoras estadísticamente significativas en el equilibrio de los pacientes y proporciona la base para futuras investigaciones en ensayos más grandes.
Pavao et al (2013) ⁵⁹	Accidente cerebro vascular	1, GI: 1	Datos antropométricos, nivel de espasticidad - dinamometría en plataforma de fuerza	La implementación de la realidad virtual en rehabilitación permitió ampliar y perfeccionar la explotación de la base de soporte, siendo un recurso interesante para ser añadido a la terapia convencional
Silva et al (2015) ⁶⁰	Accidente cerebro vascular	10, GI: 10	Medida de independencia funcional, prueba del equilibrio de berg	Estableció la viabilidad de un programa de rehabilitación basado en VR. Señaló la Nintendo Wii como una alternativa asequible para intervenciones de realidad virtual y una herramienta adicional en la práctica clínica convencional.

Macedo et al (2015) ⁶¹	Trastornos vestibulares	123, GI: 123	Prueba clínica de interacción sensorial y balance, centro de presión, velocidad de oscilación corporal	Mostró una disminución en el equilibrio corporal estático en los ancianos con disfunción vestibular crónica a medida que las condiciones sensoriales se vuelven más difíciles, es decir, la superficie estable y los estímulos visuales, tales como la interacción opto cinética y viso vestibular, y la superficie inestable.
Zeigelboim et al (2013) ⁶²	Ataxia cerebelosa	4, GI: 4	Prueba del equilibrio de Berg	Se ha mejorado la coordinación de los movimientos y el equilibrio postural en la comparación pre y post-RV con realidad virtual en pacientes con Ataxia cerebelosa
García et al (2013) ⁶³	Enfermedad de meniere	44, GI:23 GC: 21	Encuesta inventario de discapacidad por vértigo, escala analógica de mareo y posturografía – centro de presión, velocidad de oscilación corporal	La rehabilitación del equilibrio corporal con estímulos de realidad virtual es eficaz en la mejora del mareo, la calidad de vida y el límite de estabilidad de pacientes con enfermedad de Ménière.
Silva et al (2015) ⁶⁴	Accidente cerebro vascular	20, GI:10 GC:10	Centro de presión	El entrenamiento de realidad virtual redujo el rendimiento cronometrado de sujetos hemipléjicos y sanos después de un protocolo de entrenamiento de 10 sesiones. La mejora se mantuvo 3 meses después de la aplicación de los ejercicios. Sin embargo, el desplazamiento del centro de presión de los pacientes hemipléjicos no cambió después de la formación RV
Michalski et al (2012) ⁶⁵	Jóvenes sanos	16, GI: 16	Límites de la estabilidad: balanceo anteroposterior y latero medial, Movimiento relativo de hombro-pelvis, rotación e inclinación y centro de presión	Los participantes adoptaron una estrategia única de control postural para jugar cada videojuego que era un reflejo directo de la entrada visual de su avatar.
Hung et al (2016) ⁶⁶	Accidente cerebro vascular	23, GI: 12 GC: 11	El resultado primario fue la viabilidad, abordada por la adherencia, la seguridad y la satisfacción. El resultado secundario fue la eficacia, que fue evaluada por la evaluación del perfil fisiológico, la posturografía, prueba de levántate y anda, y prueba de alcance funcional	El uso de los videojuegos de retroalimentación de Tetrax para el entrenamiento del equilibrio es un programa factible que se puede adicionar la terapia convencional en personas afectadas por un accidente cerebrovascular crónico.
Calabro et al (2017) ⁶⁷	Esclerosis múltiple	40, GI: 20 GC: 20	prueba de levántate y anda, escala de balance de berg, centro de presión, medida de independencia funcional, escala de ashworth modificada, depresión, fuerza de flexión y extensión de cadera y rodilla	Indican que la RV puede ser una valiosa herramienta para mejorar aún más la función motora y el bienestar psicológico en los pacientes afectados por esclerosis múltiple

			medido con LOKOMAT, escala de severidad de la discapacidad	
Lloréns et al (2015) ⁶⁸	Accidente cerebro vascular	30, GI:15 GC:15	Prueba de balance de berg, balance de brunel, evaluación de la movilidad orientada al desempeño del equilibrio y la marcha	Las intervenciones de tele rehabilitación basadas en RV pueden promover la readquisición de habilidades locomotoras asociadas con el equilibrio de la misma manera que las intervenciones clínicas, ambas complementadas con un programa de terapia convencional
Park et al (2016) ⁶⁹	Adulto mayor sano	72, GI: 36 GC: 36	Función cognitiva, fuerza de agarre, fuerza de brazo, velocidad de oscilación antero-posterior, velocidad de oscilación medial-lateral y momento de velocidad.	El programa de realidad virtual de kayak 3D es un prometedor método de intervención para mejorar la función cognitiva, la fuerza muscular y el equilibrio de los ancianos.
Lee et al (2012) ⁷⁰	Diabetes Mellitus 2	55, GI: 27 GC: 28	Oscilación postural con una plataforma de fuerza, balanceo anterior y posterior / medial y lateral	El programa de ejercicio basado en VR mejoró el equilibrio. Estos resultados sugieren que los programas de ejercicios basados en RV son adecuados y eficaces para prevenir las caídas de personas ancianas con diabetes tipo 2.
Alahmari et al (2014) ⁷¹	Trastornos vestibulares	38, GI: 20 GC: 18	Escala subjetiva de ansiedad, cuestionario de confianza en actividades de balance, encuesta inventario de discapacidad por vértigo, índice funcional de la marcha, evaluación funcional de la marcha, prueba de levántate y anda, prueba de organización sensorial	Sin diferencia en los resultados de GC y GI. A pesar de su costo y el esfuerzo de usar RV es alto comparado con fisioterapia, la RV puede ser una opción viable en los casos en que los síntomas se deben principalmente a molestias en el espacio y en el movimiento.
Da Fonseca et al (2017) ⁷²	Accidente cerebro vascular	27, GI: 14 - GC: 13	Índice funcional de la marcha, que evalúa el balance de la marcha y es predictor de caídas.	La rehabilitación del equilibrio de la marcha en pacientes con ACV utilizando RV disminuye el número de caídas. Teniendo en cuenta los aspectos funcionales y motivacionales involucrados en la realización de la terapia con los juegos, demostró ser una herramienta útil para lograr estos objetivos. Sugerimos llevar a cabo ensayos clínicos adicionales con el uso de juegos de RV específicamente con fines de rehabilitación.

Tabla 10. Resumen diagnósticos, tamaño de muestra, medidas de resultado, conclusiones de las intervenciones con realidad virtual empleadas en la rehabilitación del balance / **GI:** Grupo intervención – **GC:** Grupo control.

RV: Realidad virtual, **ACV:** Accidente cerebro vascular, **SF-36:** Cuestionario calidad de vida forma corta, **IMC:** Índice de masa corporal, **N/A:** No aplica

5.2.1 Características generales de la literatura encontrada. En la revisión se incluyeron dos artículo correspondiente al primer trimestre del 2017^{67,72}, cinco del 2016⁴⁶⁻⁶⁹, once del 2015^{41-42,49-68}, cinco del 2014^{33-39,56,33,71}, diez del 2013^{31,35-37,47-63}, cinco en el 2012⁴⁴⁻⁷⁰, uno del 2011⁴⁵ y por último 2010 sin publicaciones.

Los países con mayor número de publicaciones incluidas en la revisión fueron Brasil^{72,50,60,61,64,59,62,63,58} con nueve, Corea del sur^{42,43,52,55,56,57,69,70} con ocho artículos, España^{41,45,48,68} y Estados Unidos^{37, 44,47,56} con cuatro con cuatro artículos y por último Australia^{51,54} con dos.

Los tipos de estudio se dividieron en cuatro grupos, estudios experimentales (n=32) en donde los ensayos clínicos controlados (n=18) equivalen a 56,2% de los experimentales, estudios observacionales (n=6) donde los estudios de caso equivalen a un 50% de los observacionales y preliminares (n=1) (Tabla 12).

CARÁCTER METODOLÓGICO DE LOS ARTICULOS DE BALANCE		
Experimentales	Ensayo clínico controlado	22
	Otros	4
	Piloto	6
Observacionales		6
Preliminares		1

Tabla 11. Cantidad de artículos de balance según el tipo de estudio

Otros: estudios de validación o que en la descripción de su metodología no queda claro que es.

5.2.2 Características de los participantes. En la información recolectada los participantes presentaron distintas patologías, las más comunes se centraron en diecisiete estudios en personas con accidente cerebrovascular (43,5%)^{31,33,35,41,42,45,52,53,56,57,59,60,64-66,72}, cuatro con adultos mayores con trastornos del equilibrio (10,2%)^{31,39,51,54} tres con esclerosis múltiple (7,6%)^{38,49,66}, tres con adultos mayores sanos (7,6%)^{43,46,69}, tres con enfermedad de Parkinson (7,6%)^{31,50,58}, tres con trastornos vestibulares (7,6%)^{44,56,61}, dos con trauma craneoencefálico (5,1%)^{37,47} y los demás estudios se realizaron en pacientes con diagnósticos individuales como guillan barre y ataxia cerebelosa entre otros (15,3%)^{36,48,62,63,65,70}.

Las distribuciones de las muestras poblacionales se dividió en: diez estudios con una población comprendida entre 21 a 30 pacientes (25,6%) y diez con una muestra entre 1 a 10 participantes (25,6%), y el 48,8% restante corresponde a estudios que

fueron realizados con poblaciones superiores a 31 pacientes, donde uno de ellos contó con la participación ciento veintitrés personas⁶¹.

5.2.3 Tipos de realidad virtual

5.2.3.1 Sistemas virtuales convencionales

En la revisión se encontraron diecinueve artículos que usan consolas como: Nintendo Wii – Fit, siendo una de las más populares^{35,38,43,50,52,53,54,57,58,59,62,64,65}, de los cuales uno de ellos utilizó este sistema como evaluación del paciente⁶⁵ con los juegos (Ski Slalom y Soccer Head); seguido del Xbox Kinect^{35,36,49}, y uno de ellos utilizó la versión para evaluar *brekel kinect*⁴⁹, mientras que el Nintendo Wii fue utilizado en dos artículos^{55,60,72}, y el Play Station 2 en uno⁷⁰.

Los juegos utilizados en **Nintendo Wii** fueron: *Free step, Hula Hoop, Boxing, Togo Twist, Table Tilt, Balance Bubble game, juego de canoa, Ski slalom - Ski jump, Penguin slide, Half Moon, Tightrope Walk, YOGA, Bird's - eye Bull's-eye, Big Top Juggling*, pero según lo reportado los que más corresponden al entrenamiento de balance son (*Soccer Heading, Table Tilt, and Balance Bubble*).

Mientras que los juegos utilizados en el **Xbox Kinect** fueron: *Rally ball, Reflex ridge, kinect sport (bolos, dardos, tenis y futbol), Kinect sport season 2, Kinect adventure, y Kinect gunstringer* y en **Play Station 2**: *Wishi Washi, Keep Ups, Bowling, Bubble pop, Boot camp and Kung foo*.

5.2.3.2 Sistemas virtuales desarrollados en laboratorio

Por otra parte, se reportan dieciséis artículos que implementan sistemas de realidad virtual independiente, tales como el CAREN⁴⁴, Biotrak⁴⁵, la plataforma Stewart⁴⁶, BRU^{51,61,63}, IREX^{33,56}, WorldViz^{37,47}, ABAR⁴⁸, Jintronix⁵³, 3-D Studio Max⁵⁶, Tetrax⁶⁶ entre otros^{31,39}.

TABLA RESUMEN EQUIPOS, TIEMPOS DE INTERVENCIÓN Y RESULTADOS DE LAS PRUEBAS UTILIZADAS EN LOS ARTÍCULOS DE BALANCE										
	Autor (Apellido - Año)	Equipo	Tiempos de intervención			CS	+/-	SC	Prueba utilizada	Variable de estudio
			Semanas	Veces por semana	Tiempo					
0 – 3 semanas	McEwen et al (2014) ²⁸	Interactive Rehabilitation Exercise software (IREX)	3	4	20 min		X		Test de levántate y anda	Balance dinámico
	Kubicki et al (2014) ³⁴	Fovea Interactive	3	3	-		X		Centro de presión	Balance estático
	Chang et al (2016) ⁴¹	Sensor InertiaCube	0	1	-		X		Centro de presión	Balance estático
	Casanova et al (2015) ⁴⁴	Sensor Kinect	1	1	30 min	EVALUACIÓN				
	D' alencar et al (2015) ⁴⁵	Nintendo Wii	3	3	35 min	X			Prueba del balance de Berg	Balance dinámico
	Sheehy et al (2016) ⁴⁸	Kinect Sensor	2	5	60 min	ESTUDIO PRELIMINAR				
	Song et al (2014) ⁵¹	Pantalla de televisión (TV) y cámara	3	5	50 min	X			Prueba del balance de Berg	Balance dinámico
	Shema et al (2013) ²⁶	Caminadora con RV	5	3	60 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
	Singh et al (2013) ³⁰	Nintendo Wii	6	2	30 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
	Ulasli et al (2013) ³¹	Kinect sensor	6	5	45 min		X		Prueba de balance de Berg	Balance dinámico

4-6 semanas	Lloréns et al (2015) ³⁶	-	4	5	60 min	X			Prueba de balance de Berg	Balance dinámico
	Gottshall et al (2012) ³⁹	Caminadora, CAREN con pantalla de proyección.	6	5	-		X		Posturografía dinámica computarizada	Balance dinámico
	Llorens et al (2011) ⁴⁰	Biotrak	5	3	30 min	X			Posturografía	Balance dinámico
	Duque et al (2013) ⁴⁶	Gafas de RV y Balance Rehabilitation Unit [BRU]	6	2	30 min	X			Posturografía dinámica	Balance dinámico
	Kim et al (2015) ⁴⁷	Nintendo Wii	4	3	90 min	X			Posturografía dinámica	Balance dinámico
	Lee et al (2016) ⁵⁰	Nintendo Wii	4	5	60 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
						X			Prueba del balance de Berg	Balance dinámico
	Cho et al (2012) ⁵²	Nintendo Wii	6	3	90 min	X			Prueba del balance de Berg	Balance dinámico
						X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
								X	Centro de presión	Balance estático
Loureiro et al (2012) ⁵³	Nintendo Wii	5	2	20 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico	
					X			Prueba del balance de Berg	Balance dinámico	
	BRU	6	2	45 min	X			Posturografía	Balance dinámico	

	Garcia et al (2013) ⁵⁸					X			Centro de presión	Balance estático
	Silva et al (2015) ⁵⁹	Nintendo Wii	5	2	40 min	X			Centro de presión	Balance estático
	Hung et al (2016) ⁶¹	Tetrax	6	3	20 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
X								Centro de presión	Balance estático	
	Park et al (2016) ⁶⁴	Proyector de imagen	6	2	60 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
X								Posturografía	Balance dinámico	
	Alahmari et al (2014) ⁶⁶	3-D Studio Max (UT2004), Caminadora	6	1	60 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
Mas de 6 semanas	Park et al (2015) ³⁷	Nintendo Wii	8	3	30 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
	Bin Song et al (2015) ³⁸	Xbox Kinect	8	5	30 min	X			Test de levántate y anda	Balance dinámico
	Ustinova et al (2013) ⁴²	Kinect Motion sensor	7	2	55 min		X		Prueba del balance de Berg	Balance dinámico
	Pavao et al (2013) ⁵⁴	Nintendo Wii	12	3	60 min		X		Centro de presión	Balance estático
	Zeigelboim et al (2013) ⁵⁷	Nintendo Wii	10	2	30 min	X			Prueba del balance de Berg	Balance dinámico
	Calabro et al (2017) ⁶²	Lokomat	8	5	70 min			X	Test de levántate y anda	Balance dinámico

								X	Prueba del balance de Berg	Balance dinámico	
	Lloréns et al (2015) ⁶³	Kinect sensor	7	3	45 min	X			Prueba del balance de Berg	Balance dinámico	
	Lee et al (2012) ⁶⁵	Play Station 2	10	2	50 min	X			Plataforma de fuerza	Balance dinámico y estático	
	Da Fonseca et al (2017) ⁶⁷	Nintendo Wii (Nintendo Company)	10	2	60 min	X			Índice de marcha dinámica	Balance dinámico	
Sin conteo de semanas	Michalski et al (2012) ⁶⁰	Nintendo Wii	EVALUACIÓN							Centro de presión	Balance estático
	Macedo et al (2015) ⁵⁶	BRU	-	-	-			X	Centro de presión	Balance dinámico y estático	
	Schafer et al (2013) ³²	PC 6 cámaras para captura de movimiento	No reportan			X			Prueba de balance de Berg	Balance dinámico	
	Thomas et al (2014) ³³	Nintendo Wii	NO REPORTA RESULTADOS, ESTUDIO PRELIMINAR								
	Albiol-Pérez et al (2013) ⁴³	Active balance rehabilitation system (ABAR)	20 sesiones	30 min		X				Test de levántate y anda	Balance dinámico
					X				Prueba del balance de Berg	Balance dinámico	

Tabla 12. Resumen equipos, tiempos de intervención y resultados de las pruebas utilizadas en los artículos de marcha **RV:** realidad virtual, **N/A:** no aplica, **UT 2004:** Unreal tournament – videojuego de acción en primera persona **CS:** Cambios significativos **+/- :** Cambios pero sin ser significativos **SC:** Sin cambios

El entorno o espacio virtual que recrean estos sistemas es importante para la motivación del paciente y la tarea a realizar, por eso cinco artículos^{44,51,61,63,67}, describen ambientes naturales como bosques, playas y jardines, por otra parte los ambientes correspondientes a las actividades de la vida diaria también son reportados^{51,56,61,63,67} y en cuanto a las acciones a realizar, las actividades funcionales de alcance son las más reportadas en nueve artículos^{37,39,45,47,51,53,61,63,66,68}, seguido de las actividades de trabajo doble^{31,44,51,61,63}, y de deporte o lúdico recreativas^{33,47,69}. Descritos de manera individual en la *tabla 12*.

5.2.3.3 Equipos adicionales utilizados

Los programas de realidad virtual involucraron el uso de plataformas de balance y de presión^{39,46,53,64}, caminadora^{31,39} y gafas para inmersión a la realidad virtual^{51,61,63}.

5.2.4 Métodos para el uso de la realidad Virtual

5.2.4.1 Tiempos de intervención. Los artículos revisados describen intervenciones con una duración total entre 3 y 10 semanas, con una frecuencia semanal de 2 a 5 veces y una duración de 20 a 90 minutos de actividades con realidad virtual. La frecuencia de intervención de menor aplicación fue de una vez por semana⁵⁶. Se debe resaltar que algunos estudios tuvieron seguimiento después de la finalización de la intervención, que se realizó desde la quinta semana hasta los doce meses^{33,38,45,47,51,56,64}. Por otro lado, tres artículos reportaron el uso de la realidad virtual para la evaluación del balance^{46,49,65}. Descritos de manera individual en la *tabla 12*.

5.2.4.2 Intervención. Se dividen según tres modalidades: en el 35,8% de los artículos revisados se compara la realidad virtual VS otra intervención, al igual que la intervención con realidad virtual aislada sin grupo control 35,8%, el 23,07% otro tipo de intervención como ejercicios de fortalecimiento y estiramiento muscular, coordinación, balance o entrenamiento en banda sin fin complementado con realidad virtual, además el 5,12% fueron de evaluación, por lo tanto, no se tomaron en cuenta. Descritos de manera individual en la *tabla 12*.

5.2.5 Medidas de resultado. Son las pruebas o mediciones que se realizan antes de una intervención y después de la misma para realizar un seguimiento del progreso del individuo a partir de características específicas. Se dividieron las medidas de resultado en dos categorías: baterías de evaluación en donde se

buscan resultados por medio de pruebas y la otra categoría denominada pruebas de laboratorio que son aquellas arrojadas por un dispositivo de análisis.

Las pruebas de laboratorio más frecuentes, fueron centro de presión (n=13) (33,3%) y posturografía (n=12) (30,7%) y la batería de evaluación relacionada con balance utilizada en la mayoría de las publicaciones revisadas fue la prueba de balance de Berg con veintidós apariciones (56,4%), seguido de la prueba de levántate y anda con diecinueve veces (48,7%).

5.2.6 Resultados y recomendaciones. Corresponde a los resultados de las intervenciones de los artículos seleccionados, los cuales se presentan de acuerdo con la división de las medidas de resultado descritas anteriormente. Las dos categorías son: pruebas de laboratorio, que recogen todas las evaluaciones realizadas sobre el desplazamiento del centro de presión y la posturografía y los resultados obtenidos en las baterías de evaluación como la prueba de balance de Berg y la prueba de levántate y anda que se encargan de tomar mediciones objetivas por medio de ensayos de campo implementadas por los investigadores.

5.2.6.1 Desplazamiento del centro de presión (CdP). De los artículos que reportan resultados en esta característica, cinco fueron estadísticamente significativos en la mejora del desplazamiento del centro de presión antero – posterior y medial lateral^{39,42,46,59,61}.

En un estudio realizado por Chang et al⁴⁶ se encontró que tanto la amplitud de la oscilación postural como la activación cortical fueron influenciadas por la RV generando mejor respuesta al desplazamiento del centro de gravedad tanto anterior como posterior. De igual forma el estudio de caso de Pavao et al⁵⁹ reportó que después de doce semanas de rehabilitación combinada de FT y RV, la oscilación del centro de presión aumentó en relación a la amplitud del eje X (Medio-lateral) en comparación con el eje Y (anterior – posterior).

Macedo et al⁶¹ llevaron a cabo un estudio transversal donde se evalúa CdP y velocidad del balanceo corporal en diez condiciones sensoriales, al comparar el progreso del CdP en estas condiciones, hubo un aumento significativo. También, el estudio de Song et al⁴² que midió la intervención con RV en GC y GI mostró mejoras significativas en la relación de distribución de peso en el lado hemipléjico y en los límites de la estabilidad antero posterior. Además, la comparación post-intervención el grupo GI tenía mejores resultados en las características ya mencionadas, por último el estudio de Kubicki et al³⁹ observaron mejoras en la fase inicial del desplazamiento del CdP, especialmente en los ajustes posturales anticipatorios.

Por otro lado, hubo un artículo que presentó mejoría en el componente medial lateral⁶⁴, sin ser concluyente y dos arrojaron resultados sin mejoras significativas comparándolo con el grupo control⁶³.

García et al⁶³ mostraron que una escala analógica de mareo y los límites de la estabilidad mejoraron significativamente ($p < 0.001$) después de la intervención y en comparación al grupo control, además no hubo diferencia significativa entre los valores del área del CdP entre el GC y GI.

Al igual que Silva et al⁶⁴ encontraron que el desplazamiento del CdP en el componente medio lateral fue mayor para el GC en la evaluación previa, mientras que en la evaluación post y 3 meses la diferencia desapareció, es decir, mejoró en el GI y además se mantuvo, pero sin diferencias significativas en cuanto a la velocidad de desplazamiento del CdP en los componentes medio lateral y anteroposterior.

5.2.5.2 Posturografía. Esta medición es más sensible a los cambios y logros alcanzados por el individuo durante la intervención, todos los resultados reportan una mejoría estadísticamente significativa^{43,45,51,52,63,69,70}.

La intervención de cinco semanas realizada por Lloréns et al⁴⁵ muestran una mejoría significativa en la posturografía dinámica computarizada en el componente medio lateral ($p = 0,012$) y anteroposterior ($p = 0,008$). Igualmente Duque et al⁵¹ después de seis semanas de intervención con RV hallaron una mejoría significativa en los parámetros de equilibrio medidos con posturografía (BRU), donde aumentaron significativamente los límites de la estabilidad ($P < 0.01$) y además hubo reducción del número de caídas en el grupo de intervención comparado con el grupo control ($P < 0.01$).

En el estudio de Kim et al⁵² se mencionan cambios significativos en la longitud de la trayectoria de desplazamiento postural anteroposterior, longitud total del desplazamiento postural y velocidad de oscilación postural media. Además, el equilibrio estático en el GI mejoró significativamente ($p < 0,05$). También, García et al⁶³ presentan la comparación de los valores de la velocidad de oscilación en la posturografía con BRU antes y después de la intervención en el GI, GC y entre ambos grupos, en las condiciones de estimulación sacádica e interacción vestíbulo visual, los resultados fueron significativamente mayores en la dirección vertical.

Park et al⁴³ después de ocho semanas de intervención con RV el GI y GC ambos mostraron una disminución de la longitud de balanceo, velocidad de oscilación media, pero al compararlos, se evidenció que el ejercicio con RV tuvo mayor reducción en la longitud de balanceo ($p < 0,05$), después los mismos autores encontraron un aumento significativo del equilibrio en el eje Y y X, bajo dos condiciones (ojos abiertos y ojos cerrados) ($P < 0.05$ en el GI, adicionalmente el GC tuvo una disminución del equilibrio considerable y la comparación de los dos muestra una diferencia significativa $P < 0.05$ ⁶⁹.

Finalmente, Lee et al⁷⁰ encontraron en el GI una diferencia significativa entre la pre y post intervención para todos los parámetros en las condiciones ojos abiertos, ojos cerrados y oscilación total del cuerpo, $P = 0,001$ y en el GC no hubo diferencias significativas.

5.2.5.3 Resultados de las baterías de evaluación. El test más utilizado para presentar los resultados es el de la escala de Berg, según su uso en la rehabilitación de balance los resultados indican que en ocho artículos^{41,45,50,55,56,57,58,60}, la mejoría fue significativa después de la intervención con RV.

En la publicación de Lloréns et al⁴⁵ se muestra una mejoría significativa de las puntuaciones de la escala de Berg en los pacientes post ACV después de cinco semanas de intervención con RV ($p = 0,001$). También se puede apreciar en el estudio realizado por D' alencar et al⁵⁰ que evaluaron el equilibrio a través de esta escala, encontrando valores significativos antes de la intervención ($p = 0.067$) y después de la intervención ($p = 0.306$).

Lee et al⁵⁵ también hallaron diferencias significativas en las variables de escala del deterioro del tronco, levántate y anda, prueba de balance de Berg y prueba de alcance funcional cuando se compararon los dos grupos, los cambios en los puntajes de estas variables fueron estadísticamente mayores en el GI que en el GC. En el estudio de Song et al⁴⁹ se encontró que hubo una mejoría significativa en la escala de Berg y el Índice de caídas después del tratamiento en los tres grupos ($p < 0,05$), pero no hubo diferencias significativas entre ellos.

Según Cho et al⁵⁷ después de seis semanas de intervención de RV con pacientes post ACV encontraron que en la escala de Berg y la prueba de levántate y anda mejoraron significativamente en GI respecto al GC ($p < 0.005$), y no hubo diferencia significativa en los parámetros de balance estático entre ambos grupos. Loureiro et al⁵⁸ encontraron en la escala de Borg y Berguna relevancia significativa entre el inicio y el final de la intervención ($p = 0,0464$), por otro lado, la prueba de levántate y anda sin diferencias significativas.

En el estudio de Silva et al⁶⁰ la RV reveló un efecto positivo después de cuatro semanas de intervención basado en las puntuaciones totales finales obtenidas de FIM ($p = 0,01$) y Berg ($p \leq 0,01$). Igualmente, en un estudio realizado por Lloréns et al en población post ACV los resultados revelaron una significancia estadística en las puntuaciones de la escala de Berg ($p < 0,05$).

Por otro lado, cuatro artículos^{36,47,67,68}, no reportan cambios significativos en la escala de Berg. Como lo muestra Ustinova et al⁴⁷ con los resultados obtenidos en esta escala (+4 puntos) que estaban dentro del rango de cambios detectables mínimos, al igual que Ulasli et al³⁶ con cambios que se han establecido como una diferencia clínica mínima importante en la escala de Berg. En el estudio de Lloréns et al⁶⁸ se mostró un efecto significativo en ambos grupos para Berg ($P=0.001$), sin embargo, no se detectó una mejora significativa desde el final hasta el seguimiento un mes después. Por último, Calabró et al⁶⁷ mencionan que los efectos no eran significativos entre RAGT(marcha asistida con robot) más RV y RAGT sin RV puesto que mostró un efecto muy pequeño ($<0,2$) para Berg y levántate y anda, por otro lado el análisis pre y post intra-grupo reveló un efecto moderado ($p=0,6$), favoreciendo RAGT + RV.

Otro de los test más relevantes para medir la progresión del balance dinámico es el test de levántate y anda, sobre el cual tres artículos reportan mejorías significativas después de la intervención con RV^{36,38,57}.

La intervención de seis semanas de Singh et al reportó una mejoría intrasujeto de 0,02 para la prueba de levántate y anda, por otro lado, cuando se comparan entre los grupos de intervención no arroja resultados significativos. Hung et al³⁶ afirman que al comparar el GC, el GI demostró una mejoría significativa en la función corporal y los dominios de actividad, incluyendo el tiempo de reacción, propiocepción, soporte simétrico de peso, la prueba de fuerza de reacción y la prueba levántate y anda ($P < 0,001$), Así mismo los resultados de Park et al reportan la mejoría en la prueba de levántate y anda, afirmando que el ejercicio con juegos de RV resulta ser mejor que la balonterapia.

Hay otros estudios que refieren resultados con mejoras no significativas en comparación con la terapia convencional^{33,42}. En el estudio de McEwen et al³³ en ambos grupos de intervención, se encontraron valores clínicos de referencia importantes para la prueba de levántate y anda, inmediatamente después de la intervención, el tamaño del efecto se encontró dentro del intervalo de confianza del 95% y después de un mes de intervención disminuyó el efecto, pero sigue conservando la mejoría inicial. De igual forma Bin Song et al⁴² afirman que al

compararlo con el grupo control, la prueba de levántate y anda mejora y existe una diferencia significativa entre ambos grupos.

Y otros donde definitivamente la realidad virtual no presenta resultados significativos para esta variable^{39,45}. Como en el estudio de Alahmari et al⁴⁵ durante su intervención con realidad virtual de seis semanas y sesenta minutos de duración no se obtuvieron resultados significativos en relación el grupo control y específicamente en la prueba de levántate y anda ($P=0.10$), mientras que en el de Kubicki et al³⁹ evaluaron con la prueba de levántate y anda mientras realizan doble tarea pero no se utilizaron como medida de resultado.

Otras variables que reportaron resultados significativos fueron la escala de balance en confianza en actividades específicas⁴⁴ y la medida de **Balance Brunel**⁴¹. Según Gottshall et al⁴⁴ antes del tratamiento, todos los sujetos tenían carecían de confianza de equilibrio en sus actividades diarias, después de la terapia, todos los sujetos habían aumentado las puntuaciones de confianza. Por otro lado, Lloréns et al⁶⁸ reportaron que la medida del Balance de Brunel aumentó significativamente comparando pre-post intervención ($p<0,01$).

- Otras variables

Electroencefalograma y la activación de las zonas corticales durante el entrenamiento de balance⁴⁶.

En la *tabla 12* se presenta un resumen de las pruebas utilizadas, la variable estudiada y si su resultado fue estadísticamente significativo o no.

6.2.5.4 Recomendaciones. Estas recomendaciones corresponden a las sugerencias que dan los autores de los artículos revisados para esta sección, que pueden ser de utilidad para próximos estudios.

Los relacionados con el diseño metodológico sugieren, cohortes más grandes^{36, 42,43,49,52,56,60,64,67,68}. Seguimiento en el tiempo^{43,52,54,66}, Estudios más largos^{49,64}, grupos más heterogéneos, con cegamiento y un grupo sin intervención^{55,64,68,69}, adicionalmente tener más diversidad en las mediciones no solo evaluar el balance estático^{52,68}.

6. DISCUSIÓN

La metodología implementada para el desarrollo de esta revisión fue la propuesta por Arksey y O'malley¹⁰, que por su característica exploratoria permitió identificar el panorama de la información disponible sobre el uso de la realidad virtual en rehabilitación. Esta metodología poco conocida en nuestro contexto académico, es una herramienta útil para el desarrollo de la clínica, porque a partir de una pregunta de investigación se puede realizar una búsqueda de información de calidad sobre un tema, aportando así, conocimiento y una visión general sobre la literatura disponible, identificando vacíos y tendencias para el desarrollo de futuras investigaciones.

Es por esto que no se limitó la búsqueda solo a ensayos clínicos controlados, permitiendo así conocer estudios piloto, protocolos de validación y estudio de costo efectividad que amplían el panorama actual, por esta razón, no fue objetivo de esta revisión determinar la efectividad de las intervenciones de realidad virtual en rehabilitación, aunque lo publicado en la literatura si lo refiere^{14,73,74}. De Rooij et al⁷³ en su artículo concluye que la RV por si sola es más efectiva que la terapia convencional sin RV para pacientes con ACV, pero si a la terapia convencional se le adiciona RV es mucho más efectiva. Sin embargo, también es importante establecer si el beneficio se da por la realidad virtual o por la característica de la actividad realizada.

Se identificó la necesidad de promover el trabajo en red para realizar investigaciones con criterios estandarizados en evaluación e intervención, similar a lo encontrado por Moreira et al (2013)⁷⁵ quienes señalan que ningún estudio incluyó las mismas medidas de resultado, frustrando así el impacto de la fiabilidad y validez de la realidad virtual.

Actualmente muchas disciplinas en salud están usando la realidad virtual como método de entrenamiento a sus profesionales y para la intervención de sus pacientes, ejemplo de ello, son las terapias cognitivas o conductuales. La evidencia experimental sugiere que desde los años 90's la tecnología en realidad virtual tiene un gran potencial para el desarrollo de nuevas estrategias en neurorehabilitación y para el entrenamiento sensoriomotor¹³. Esta revisión permitió identificar las tendencias, los vacíos y características exitosas de las intervenciones con realidad virtual en rehabilitación.

La información disponible en su mayoría, se encuentra centrada en los ensayos clínicos controlados (ECC); un buen índice para la evidencia de las intervenciones en rehabilitación pero con la dificultad de selección de grupos de intervención pequeños con un rango entre 8 a 20 participantes, similar a lo reportado por la revisión sistemática de Ling Chen et al⁷⁶. El enfoque de la intervención compara actividades con RV Vs rehabilitación convencional en aspectos de marcha o balance, similar a lo publicado por Darekar³ y otros autores^{77,78}, A diferencia de la revisión de Corbetta et al (2015)⁷⁹ que presenta más estudios con RV sumada a otra intervención, es decir no comprobaban el uso de la realidad virtual por si sola. De manera general, se resaltan las dificultades comunes en las investigaciones de rehabilitación⁸⁰, en este caso la selección de grupos controles (con terapia convencional o sin rehabilitación preferiblemente) y el cegamiento de quienes realizan la terapia, la evaluación y el análisis de los datos, para así poder determinar el impacto de las intervenciones y su aplicabilidad en el medio.

Aparte de los ECC, se identifican artículos de reportes de caso y pruebas pilotos con consolas comerciales de mayor asequibilidad y accesibilidad para centros de rehabilitación y pacientes⁶⁸, cambiando así, su uso de ocio y recreación para utilizarse como un sistema de actividad física en casa o un medio de rehabilitación de alta motivación. La desventaja, es que los juegos pre establecidos no se pueden adaptar a las necesidades específicas de cada usuario, por lo tanto, se crea la necesidad de implementar sistemas de realidad virtual que respondan al objetivo específico de rehabilitación del paciente, solución que brindan las investigaciones sobre validación de nuevos equipos y tecnologías, que han ido en aumento como los sistemas independientes: CAREN, BRU, BioTrak, IREX, WorldViz, entre otros que utilizan ambientes interactivos y actividades en contexto.

No obstante, cuando se compara la terapia convencional y al mismo tiempo los ambientes virtuales personalizados y los juegos convencionales usados en rehabilitación, un estudio determinó lo que ya se ha comprobado en otras investigaciones: *“la RV es más efectiva que la terapia convencional, pero los entornos virtuales y juegos convencionales no presentan diferencias en los componentes de función corporal, actividades de la vida diaria y participación”*⁸¹

La población post accidente cerebrovascular, es en la que más se investiga sobre el uso de la realidad virtual en rehabilitación, debido a que es la segunda causa más común de mortalidad y la tercer causa más común de discapacidad a nivel mundial⁸², en Colombia la prevalencia se estima que esta entre 0,1 y 1,9%, según las Estadísticas Vitales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), por lo tanto, es un problema de especial atención de los servicios de salud, también, además que dada la naturaleza de esta condición, los componentes de la

RV tienen un impacto positivo al promover la neuroplasticidad y la activación de zonas cerebrales diferentes a las afectadas.

Sin embargo, se está empezando a ver la efectividad de estas intervenciones en otros grupos poblacionales como pacientes con esclerosis múltiple, enfermedad de Parkinson, ataxia cerebelosa, enfermedad de Menière, leucodistrofia metacromática, trastornos vestibulares, adultos mayores con trastornos del equilibrio y en adultos mayores sanos como herramienta de promoción de salud.

Aunque el uso de esta tecnología no es nueva, es necesario identificar qué aspectos tienen más evidencia a favor y cuáles son las características más exitosas en rehabilitación con realidad virtual que pueden ser utilizadas en nuestro contexto. Este tipo de intervención ha demostrado su capacidad para crear entornos similares a los enfrentados en la vida cotidiana, dando al paciente la motivación y la confianza de realizar la actividad, es por esto, que la evidencia sugiere que el entrenamiento en RV puede aprovechar los procesos de reorganización neural similares a lo observado después del entrenamiento “*en el mundo real*”¹³. De manera que el abordaje de situaciones de la vida diaria con realidad virtual como ir al supermercado⁷¹ o la implementación de acciones que involucrarán doble tarea durante las secciones^{27,30} llevan al paciente a alcanzar sus objetivos funcionales.

La teoría también aporta que la realidad virtual ofrece al terapeuta diversas formas de modular la reorganización cerebral, a través del uso de la retroalimentación visual, somatosensorial (tacto) y auditiva¹³. Así como lo reportan estudios que para mejorar problemas vestibulares le daban al paciente la estimulación visual con realidad virtual y la oportunidad de un pequeño estímulo táctil para disminuir las oscilaciones durante la marcha. La manipulación inteligente de estos parámetros puede ofrecer al fisioterapeuta un nivel de control sobre la eficacia terapéutica de la intervención aplicada.

Adicionalmente, una de las características más exitosas de la realidad virtual, reiterada a lo largo de la revisión, es el componente motivacional. Howard MC¹⁴ afirma que el éxito de los programas de rehabilitación con realidad virtual, se centra en tres mecanismos: aumento del estado de alerta, aumento de la actividad física y aumento de la actividad cognitiva. Pero al compararse con la terapia convencional que igualmente demuestra ser efectiva, las diferencias observadas no se deben a la cantidad de motivación causada en cada una de las sesiones, sino más bien al tipo de motivación generado, que logra atrapar la atención del paciente.

La revisión también permitió identificar los vacíos presentes en la literatura, los cuales también se habían identificado al inicio del trabajo y a la que la información analizada aun no le da solución. Actualmente no se ha podido definir un protocolo o método para establecer la dosificación de la realidad virtual en cuanto a semanas, número de sesiones por semana y duración en minutos, sin embargo en esta revisión se encontró que dichos tiempos, se agrupaban en rangos generales, que pueden ir de 2 a 8 semanas, con una intensidad semanal entre 2 y 5 veces y una duración entre 20 a 90 minutos. Cabe resaltar la existencia de publicaciones que se salieron de estos rangos o por otro lado no cuantificaban sus dosis de esta forma, sino que reportaban un número total de sesiones realizadas, al igual que otras revisiones reportan intervalos amplios similares a los descritos anteriormente pero sin ser concluyentes.

Se identifica que no se reportan estudios de imagen de activación cerebral para evaluar los efectos de la manipulación sensorial¹³, los efectos de los parámetros de entrenamiento de la realidad virtual y como estos cambios se mantienen a largo plazo en las funciones cerebrales⁸³, importantes para guiar la investigación clínica futura, esta última es una preocupación general en casi todos los artículos analizados. Algunos estudios hicieron seguimiento desde la quinta semana hasta los doce meses después de la intervención^{47,50,51,45}, similar a lo reportado en la revisión de Corbetta et al (2015)⁷⁹ donde cuatro de los quince artículos revisados, reportan un seguimiento no mayor a tres meses.

Por ende, el uso de realidad virtual en actividades aisladas de rehabilitación, está tomando auge en la población de adultos mayores como estrategia de promoción de la salud en actividad física, acondicionamiento y disminución del riesgo de caídas, aunque la evidencia apoye su eficacia, sigue siendo poco concluyente^{69,84,85}

Sobre las medidas de resultado de la intervención con realidad virtual en esta revisión, los resultados de marcha se reportan con el test de caminata de los 10 minutos y las características espacio temporales de la marcha. Respecto a las variables e indicadores en balance, se reportó el uso de la prueba de balance de Berg, la prueba de levántate y anda, además de presentar medidas de laboratorio como centro de presión, posturografía y límites de estabilidad, Similar a lo reportado en las revisiones más actuales en estos tema^{73,86}.

Esta revisión compara los efectos de las intervenciones medidos con una misma escala de evaluación y según el tiempo invertido, de lo cual se concluye: respecto a las intervenciones en marcha, la evaluación del análisis de marcha reporta resultados variados, donde una intervención de 6 semanas con sistemas de realidad virtual independiente obtiene cambios significativos, mientras que la de 8 semanas

con sistema convencional no, queda entonces la interrogante sobre si el tipo de actividad influye en el resultado de la intervención.

De igual manera, la variable de velocidad de la marcha medida con el test de caminata de los diez minutos, reporta resultados variados en cuanto al tiempo y al tipo de sistema implementado pero se resalta que una intervención de 4 semanas de 60 min por sesión, logra alcanzar un cambio significativo en esta prueba al igual que una terapia de 8 semanas de 30 min, usando el mismo sistema de realidad virtual convencional. Cabe aclarar que en los artículos de balance una intervención utilizo un lokomat con adición de un sistema de realidad virtual pero este estudio no presento cambios para las variables de balance.

Por otra parte, las intervenciones en balance, según la prueba de levántate y anda, se puede establecer que desde las 4 semanas de entrenamiento se reporta un cambio significativo en esta variable, independientemente que el sistema sea comercial o independiente y el tiempo de intervención esta entre 20 y 90 minutos. Al igual que la prueba anterior, el test de berg evalúa balance dinámico y reporta resultados variados, en su mayoría presentan cambios significativos para esta variable incluso en intervenciones de 3 semanas, siendo las más efectivas para esta variable los entrenamientos con sistemas convencionales como el Nintendo wii.

Adicionalmente, los resultados obtenidos por la prueba de posturografía para la mejoría del balance, fueron todos significativos, debido a que esta medida es más sensible que otro tipo de pruebas y detecta los cambios más sutiles desde la posición de ciertas extremidades hasta el cambio general del patrón motor empleado por el paciente después de la intervención.

Los nuevos estudios proyectan el uso de la realidad virtual como método de evaluación, ofreciendo ventajas significativas sobre los métodos tradicionales subjetivos y de baja evidencia en fisioterapia. La RV permite al terapeuta controlar la duración, intensidad y retroalimentación durante el tratamiento programado¹³, así mismo permite modificar el entorno proporcionando señales visuales para aumentar los parámetros de la marcha, ubicando también objetos en el ambiente para aumentar la capacidad de evasión de obstáculos y anticiparse al movimiento.

Las nuevas tecnologías se convierten ahora en un trabajo importante para el fisioterapeuta porque da la oportunidad de trasladar las actividades del consultorio a la casa o en el contexto colombiano poder ampliar el acceso a los servicios de rehabilitación en áreas rurales y otras áreas desatendidas, por lo que el aporte de la telerehabilitación genera expectativa y especial atención.

Finalmente, la fisioterapia como profesión autónoma y con el objeto de estudio del movimiento corporal humano, interviene en el campo de los trastornos de la marcha y del balance con acciones específicas en habilitación/ rehabilitación de cada uno de los usuarios. En nuestro contexto el uso de la realidad virtual como intervención aún sigue siendo innovador, pese a que su investigación y desarrollo no es algo nuevo, como terapeutas estamos llamado a estar a la vanguardia de nuevas formas de intervención que sean más efectivas y atractivas para el paciente.

La responsabilidad también recae sobre los investigadores y fabricantes que diseñan nuevos programas de realidad virtual con fines terapéuticos, que según recomienda la literatura deben incluir estudios piloto que evalúen el uso y la validez de los equipos esta es una parte importante del proceso de desarrollo y debe llevarse a cabo con los usuarios del programa⁸⁵, acompañados de la asesoría de un profesional en fisioterapia que puede dar las indicaciones de la tarea a realizar y evaluar el progreso del paciente.

7. CONCLUSIONES

La revisión exploratoria permitió establecer el estado del arte de la literatura encontrada sobre el uso de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha y el balance, se identificaron aspectos generales como país, año y población objetivo con mayor número de publicaciones. La mayoría de estudios se realizaron en Brasil y Corea del sur entre los años 2015 y 2016 con una metodología de ensayo clínico controlado y una muestra poblacional con diagnóstico de ACV.

No se encontró un reporte establecido sobre el tiempo ideal de intervención pero se clasificaron los tiempos de intervención según su duración en rangos de: 2 a 8 semanas, 2 a 5 veces por semana y de 20 a 60 minutos; las intervenciones con RV se realizaron por medio de dos tipos de equipos, los sistemas virtuales desarrollados en laboratorio como el BRU, con dispositivos adicionales como plataformas de presión o caminadoras y las consolas comerciales que son de fácil acceso, las cuales usan su tecnología y herramientas para convertir un videojuego en un dispositivo de rehabilitación como el Nintendo Wii o el Xbox Kinect.

Las medidas de resultado más frecuentes fueron la posturografía, CdP, características espacio temporales de la marcha, prueba de levántate y anda, prueba de balance de Berg y la prueba de caminata de los 10 minutos. Los resultados encontrados en esta revisión exponen una mejoría significativa en la mayoría de medidas mencionadas después de la intervención con realidad virtual.

Para finalizar, la evidencia analizada sugiere que las intervenciones basadas en RV son un método innovador en el tratamiento de diversos grupos poblacionales, presenta beneficios en las características de la marcha y balance, además de aumentar la adherencia al tratamiento y la motivación, generando mejores resultados que la terapia convencional y mayor satisfacción durante la intervención. Por esta razón la realidad virtual tiene el potencial de ser una herramienta de apoyo a los procesos de rehabilitación.

8. RECOMENDACIONES

Gracias a este estudio es posible tener una visión general de la información actual respecto a la implementación con realidad virtual en la rehabilitación de la marcha y el balance, por lo cual, se dan las siguientes recomendaciones:

- La mayoría de estudios se enfoca en pacientes con diagnóstico de ACV y no se tienen claros los efectos y los beneficios de la realidad virtual en otros grupos poblacionales, por tal motivo se recomienda más investigación en otras poblaciones.
- El tamaño de la muestra debe ser significativo para poder extrapolar los resultados al resto de la población y tener estudios más concluyentes.
- Determinar las características necesarias del sistema para poder direccionar la tarea de acuerdo al objetivo del paciente.
- Aunque hay suficiente información sobre la eficacia de la realidad virtual en rehabilitación, es necesario determinar el por qué es más efectivo que la terapia convencional
- La información futura se puede centrar en especificar aspectos como la dosificación y los tipos de rutina de entrenamiento
- Seguimiento de los efectos obtenidos con la realidad virtual después de la intervención, a corto, mediano y largo plazo para establecer si los resultados obtenidos perduran en el tiempo.
- Realizar estudios que comparen distintos tipos de intervenciones con realidad virtual o complementándola con terapia convencional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bayón M, Martínez J. Rehabilitación del ictus mediante realidad virtual. *Rehabilitación*. 2010;44(3):256-260.
2. Peñasco-Martín B, De los Reyes-Guzmán A, Gil-Agudo Á, Bernal-Sahún A, Pérez-Aguilar B, De la Peña González AI. Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación. *Rev Neurol*. 2010;51(481):8.
3. Darekar A, McFadyen BJ, Lamontagne A, Fung J. Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: a scoping review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2015;12(1):46.
4. social MdSyp. Sala situacional de personas con discapacidad 2016 [Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/sala-situacional-discapacidad-nacional-oct-2016.pdf>].
5. undefined. Boletín No.3 observatorio nacional de discapacidad: El Ministerio; 2014.
6. Di Fabio RP. Physical therapy for patients with TMD: a descriptive study of treatment, disability, and health status. *Journal of orofacial pain*. 1998;12(2).
7. Luna-Oliva L, Ortiz-Gutiérrez RM, Cano-de la Cuerda R, Piédrola RM, Alguacil-Diego IM, Sánchez-Camarero C, et al. Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: a preliminary study. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(4):513-521.
8. Mao YR, Chen PM, Li L, Huang DF. Virtual reality training improves balance function. *Neural Regeneration Research*. 2014;9(17):1628-1634.
9. Teo WP, Muthalib M, Yamin S, Hendy AM, Bramstedt K, Kotsopoulos E, et al. Does a combination of virtual reality, neuromodulation and neuroimaging provide a comprehensive platform for neurorehabilitation?—A narrative review of the literature. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016;10:284.
10. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*. 2005;8(1):19-32.
11. Mays N, Roberts E, Popay J. Synthesising research evidence. *Studying the organisation and delivery of health services: Research methods*. 2001:188-220.
12. Burdea GC, Coiffet P. *Virtual reality technology*: John Wiley & Sons; 2003.

13. Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation*. 2009;25(1):29-44.
14. Howard MC. A meta-analysis and systematic literature review of virtual reality rehabilitation programs. *Computers in Human Behavior*. 2017;70:317-327.
15. Gerardi M, Cukor J, Difede J, Rizzo A, Rothbaum BO. Virtual reality exposure therapy for post-traumatic stress disorder and other anxiety disorders. *Current psychiatry reports*. 2010;12(4):298-305.
16. Lesmes JD. Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano: Ed. Médica Panamericana; 2007.
17. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*. 2006;35(suppl 2):ii7-ii11.
18. Moreau C, Defebvre L. Trastornos de la marcha. *EMC-Tratado de Medicina*. 2017;21(1):1-7.
19. Rose F, Attree E, Brooks B. Virtual Environments in Neuropsychological. *Virtual Reality in Neuro-psycho-physiology: Cognitive, Clinical and Methodological Issues in Assessment and Rehabilitation*. 1997;44:147.
20. Deutsch JE, Mirelman A. Virtual reality-based approaches to enable walking for people poststroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2007;14(6):45-53.
21. You SH, Jang SH, Kim Y-H, Hallett M, Ahn SH, Kwon Y-H, et al. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke. *Stroke*. 2005;36(6):1166-1171.
22. Lee S. Game-Based Virtual Reality Training Improves Sitting Balance after Spinal Cord Injury: A Single-Blinded, Randomized Controlled Trial 2015. 53-9 p.
23. Casadio M, Pressman A, Acosta S, Danzinger Z, Fishbach A, Mussa-Ivaldi F, et al., editors. Body machine interface: remapping motor skills after spinal cord injury. *Rehabilitation Robotics (ICORR), 2011 IEEE International Conference on; 2011: IEEE*.
24. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation. *Cyberpsychology & behavior*. 2005;8(3):187-211.
25. Levac D, Colquhoun H, O'Brien KK. Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science*. 2010;5(1):1.

26. Fung J, Perez CF, editors. Sensorimotor enhancement with a mixed reality system for balance and mobility rehabilitation. Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE; 2011: IEEE.
27. Killane I, Fearon C, Newman L, McDonnell C, Waechter SM, Sons K, et al. Dual motor-cognitive virtual reality training impacts dual-task performance in freezing of gait. *IEEE journal of biomedical and health informatics*. 2015;19(6):1855-61.
28. Bergmann J, Krewer C, Muller F, Koenig A, Riener R. Virtual Reality to control active participation in a subacute stroke patient during robot-assisted gait training. *IEEE Int Conf Rehabil Robot*. 2011;2011:5975407.
29. d'Alencar MS, Sá KN, Pinto EBC, Baptista AF, da Silva Pereira I, Ribeiro JAM, et al., editors. Correlation between disease severity and gait speed in elderly with Parkinson's disease submitted to virtual reality exposure therapy. *Virtual Rehabilitation Proceedings (ICVR), 2015 International Conference on*; 2015: IEEE.
30. Peruzzi A, Cereatti A, Croce UD, Zarbo IR, Mirelman A, editors. Treadmill-virtual reality combined training program to improve gait in multiple sclerosis individuals. *Virtual Rehabilitation Proceedings (ICVR), 2015 International Conference on*; 2015: IEEE.
31. Shema S, Brozgol M, Dorfman M, Maidan I, Yannai OW, Giladi N, et al., editors. Clinical experience using a 5 week treadmill training program with virtual reality to enhance gait. *Virtual Rehabilitation (ICVR), 2013 International Conference on*; 2013: IEEE.
32. Meldrum D, Herdman S, Vance R, Murray D, Malone K, Duffy D, et al. Effectiveness of Conventional Versus Virtual Reality–Based Balance Exercises in Vestibular Rehabilitation for Unilateral Peripheral Vestibular Loss: Results of a Randomized Controlled Trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2015;96(7):1319-28. e1.
33. McEwen D, Taillon-Hobson A, Bilodeau M, Sveistrup H, Finestone H. Virtual Reality Exercise Improves Mobility After Stroke. *Stroke*. 2014;45(6):1853-5.
34. Mirelman A, Rochester L, Reelick M, Nieuwhof F, Pelosin E, Abbruzzese G, et al. V-TIME: a treadmill training program augmented by virtual reality to decrease fall risk in older adults: study design of a randomized controlled trial. *BMC neurology*. 2013;13(1):15.
35. Singh DKA, Nordin NAM, Aziz NAA, Lim BK, Soh LC. Effects of substituting a portion of standard physiotherapy time with virtual reality games among community-dwelling stroke survivors. *BMC neurology*. 2013;13(1):199.

36. Ulaşlı AM, Türkmen U, Toktaş H, Solak Ö. The complementary role of the Kinect virtual reality game training in a patient with metachromatic leukodystrophy. *PM&R*. 2014;6(6):564-567.
37. Schafer AY, Ustinova KI. Does use of a virtual environment change reaching while standing in patients with traumatic brain injury? *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2013;10(1):76.
38. Thomas S, Fazakarley L, Thomas PW, Brenton S, Collyer S, Perring S, et al. Testing the feasibility and acceptability of using the Nintendo Wii in the home to increase activity levels, vitality and well-being in people with multiple sclerosis (Mii-vitaliSe): protocol for a pilot randomised controlled study. *BMJ open*. 2014;4(5):e005172.
39. Kubicki A, Bonnetblanc F, Petrement G, Mourey F. Motor-prediction improvements after virtual rehabilitation in geriatrics: frail patients reveal different learning curves for movement and postural control. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2014;44(1):109-18.
40. Peruzzi A, Cereatti A, Della Croce U, Mirelman A. Effects of a virtual reality and treadmill training on gait of subjects with multiple sclerosis: a pilot study. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2016;5:91-6.
41. Lloréns R, Gil-Gómez J-A, 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. *Clinical rehabilitation*. 2015;29(3):261-8.
42. bin Song G, cho Park E. Effect of virtual reality games on stroke patients' balance, gait, depression, and interpersonal relationships. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(7):2057-2060.
43. Park E-C, Kim S-G, Lee C-W. The effects of virtual reality game exercise on balance and gait of the elderly. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(4):1157-1159.
44. Gottshall KR, Sessoms PH, Bartlett JL, editors. Vestibular physical therapy intervention: utilizing a computer assisted rehabilitation environment in lieu of traditional physical therapy. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE*; 2012: IEEE.
45. Lloréns R, Gil-Gómez J-A, Mesa-Gresa P, Alcañiz M, Colomer C, Noé E, editors. BioTrak: a comprehensive overview. *Virtual Rehabilitation (ICVR), 2011 International Conference on*; 2011: IEEE.

46. Chang C-J, Chern J-S, Yang T-F, Yang S-W, editors. Recognition of cortical modulation mechanism in elderly postural control under the computerized dynamic posturography. *Bioinformatics and Bioengineering (BIBE)*, 2016 IEEE 16th International Conference on; 2016: IEEE.
47. Ustinova K, Perkins J, Leonard W, Ingersoll C, Hausebeck C, editors. Virtual reality game-based therapy for persons with TBI: A pilot study. *Virtual Rehabilitation (ICVR)*, 2013 International Conference on; 2013: IEEE.
48. Albiol-Pérez S, Gil-Gómez J-A, Forcano-García M, Muñoz-Tomás MT, Manzano-Hernández P, Solsona-Hernández S, editors. Development of a novel therapy in virtual motor rehabilitation after severe Guillain-Barré symptomatology. *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*, 2013 7th International Conference on; 2013: IEEE.
49. Casanova MS, Muñoz JE, Henao OA, Lopez DS. Exergames as a tool for the assessment of postural balance in a patient with multiple sclerosis.
50. d'Alencar MS, Sá KN, Pinto EBC, Baptista AF, da Silva Pereira I, Ribeiro JAM, et al., editors. Balance and cognition in parkinson's disease: Treatment based on virtual reality. *Virtual Rehabilitation Proceedings (ICVR)*, 2015 International Conference on; 2015: IEEE.
51. Duque G, Boersma D, Loza-Diaz G, Hassan S, Suarez H, Geisinger D, et al. Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clin Interv Aging*. 2013;8(257):63.
52. Kim N, Park Y, Lee B-H. Effects of community-based virtual reality treadmill training on balance ability in patients with chronic stroke. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(3):655-658.
53. Sheehy L, Taillon-Hobson A, Sveistrup H, Bilodeau M, Fergusson D, Levac D, et al. Does the addition of virtual reality training to a standard program of inpatient rehabilitation improve sitting balance ability and function after stroke? Protocol for a single-blind randomized controlled trial. *Bmc Neurology*. 2016;16:9.
54. Fu AS, Gao KL, Tung AK, Tsang WW, Kwan MM. Effectiveness of exergaming training in reducing risk and incidence of falls in frail older adults with a history of falls. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2015;96(12):2096-2102.
55. Lee M-M, Shin D-C, Song C-H. Canoe game-based virtual reality training to improve trunk postural stability, balance, and upper limb motor function in subacute stroke patients: a randomized controlled pilot study. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(7):2019-2024.

56. Song YB, Chun MH, Kim W, Lee SJ, Yi JH, Park DH. The effect of virtual reality and tetra-ataxiometric posturography programs on stroke patients with impaired standing balance. *Annals of rehabilitation medicine*. 2014;38(2):160-166.
57. Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2012;228(1):69-74.
58. Loureiro APC, Ribas CG, Zotz TGG, Chen R, Ribas F. Viabilidade da terapia virtual na reabilitação de pacientes com doença de Parkinson: estudo-piloto. *Fisioter mov*. 2012;25(3):659-666.
59. Pavão SL, Sousa NVdC, Oliveira CM, Castro PCG, Santos MCMd. O ambiente virtual como interface na reabilitação pós-AVE: relato de caso. *Fisioter mov*. 2013;26(2):455-462.
60. Silva WHS, Lopes GLB, Yano KM, Tavares NSA, Rego IAO, Cavalcanti FAdC. Effect of a rehabilitation program using virtual reality for balance and functionality of chronic stroke patients. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2015;21(3):237-243.
61. Macedo C, Gazzola JM, Ricci NA, Doná F, Ganança FF. Influence of sensory information on static balance in older patients with vestibular disorder. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2015;81(1):50-57.
62. Zeigelboim BS, Souza SDd, Mengelberg H, Teive HAG, Santos R, Liberalesso P. Reabilitação vestibular com realidade virtual na ataxia espinocerebelar. *Audiol Commun Res*. 2013;18(2):143-147.
63. Garcia AP, Ganança MM, Cusin FS, Tomaz A, Ganança FF, Caovilla HH. Reabilitação vestibular com realidade virtual na doença de Ménière. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2013.
64. Silva DdO, Azevedo FMd, Briani RV, Flóride CS, Albuquerque CEd, Aragão FA. Time performance and CoP displacement of hemiplegic subjects in a virtual reality game task: short and long-term effects of a training protocol. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2015;22(4):363-369.
65. Michalski A, Glazebrook C, Martin A, Wong W, Kim A, Moody K, et al. Assessment of the postural control strategies used to play two Wii Fit™ videogames. *Gait & posture*. 2012;36(3):449-453.
66. Hung J-W, Yu M-Y, Chang K-C, Lee H-C, Hsieh Y-W, Chen P-C. Feasibility of using Tetrax biofeedback video games for balance training in patients with chronic hemiplegic stroke. *PM&R*. 2016;8(10):962-970.

67. Calabrò RS, Russo M, Naro A, De Luca R, Leo A, Tomasello P, et al. Robotic gait training in multiple sclerosis rehabilitation: Can virtual reality make the difference? Findings from a randomized controlled trial. *Journal of the Neurological Sciences*. 2017;377:25-30.
68. 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. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2015;96(3):418-25. e2.
69. Park J, Yim J. A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*. 2016;238(1):1-8.
70. Lee SW, Song CH. Virtual reality exercise improves balance of elderly persons with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(3):261-265.
71. Alahmari KA, Sparto PJ, Marchetti GF, Redfern MS, Furman JM, Whitney SL. Comparison of virtual reality based therapy with customized vestibular physical therapy for the treatment of vestibular disorders. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2014;22(2):389-399.
72. da Fonseca EP, da Silva NMR, Pinto EB. Therapeutic Effect of Virtual Reality on Post-Stroke Patients: Randomized Clinical Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2017;26(1):94-100.
73. de Rooij IJ, van de Port IG, Meijer J-WG. Effect of Virtual Reality Training on Balance and Gait Ability in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical therapy*. 2016;96(12):1905.
74. Rodrigues-Baroni JM, Nascimento LR, Ada L, Teixeira-Salmela LF. Walking training associated with virtual reality-based training increases walking speed of individuals with chronic stroke: systematic review with meta-analysis. *Brazilian journal of physical therapy*. 2014;18(6):502-512.
75. Moreira MC, de Amorim Lima AM, Ferraz KM, Benedetti Rodrigues MA. Use of virtual reality in gait recovery among post stroke patients—a systematic literature review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2013;8(5):357-362.
76. Chen L, Lo WLA, Mao YR, Ding MH, Lin Q, Li H, et al. Effect of Virtual Reality on Postural and Balance Control in Patients with Stroke: A Systematic Literature Review. *BioMed Research International*. 2016;2016.

77. Pompeu JE, Alonso TH, Masson IB, Pompeu SMAA, Torriani-Pasin C. Os efeitos da realidade virtual na reabilitação do acidente vascular encefálico: Uma revisão sistemática. *Motricidade*. 2014;10(4):111-122.
78. Itakussu EY, Valenciano PJ, Trelha CS, Marchiori LLdM. Benefícios do treinamento de exercícios com o Nintendo (r) Wii na população de idosos saudáveis: revisão de literatura. *Rev CEFAC*. 2015;17(3):936-944.
79. Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *Journal of physiotherapy*. 2015;61(3):117-124.
80. Ramirez-Velez R, González-Ruiz K, Domínguez MA, Durán-Palomino D. Reflexiones acerca de la educación y la investigación en los profesionales de la rehabilitación de Colombia. *Revista Médica de Risaralda*. 2012;19(1).
81. Lohse KR, Hilderman CGE, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos HFM. Virtual Reality Therapy for Adults Post-Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis Exploring Virtual Environments and Commercial Games in Therapy. *Plos One*. 2014;9(3):13.
82. Wang W, Jiang B, Sun H, Ru X, Sun D, Wang L, et al. Prevalence, Incidence, and Mortality of Stroke in China. *Circulation*. 2017;135(8):759-771.
83. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *The Cochrane Library*. 2015.
84. Park S-H, 한아름, 김선정. The Relationships among Serious Leisure, Life Satisfaction, and Happiness for the Handicapped Athletes. *The Korean Journal of Physical Education*. 2015;54(5):569-580.
85. Molina KI, Ricci NA, de Moraes SA, Perracini MR. Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2014;11:20.
86. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Neurología*. 2016;31(4):255-277.

ANEXOS

Anexo A – Formato de recolección de datos para selección de artículos

La recolección de los datos se realizó en un cuadro de Microsoft Excel – 2010 de 27 columnas, el cual contenía lo concerniente a la extracción de la información de los artículos incluidos.

- **Información general**

Estudio #	BASE DE DATOS	Nombre	Autores	Año publicación	País	Objetivo del estudio	Diseño del estudio
-----------	---------------	--------	---------	-----------------	------	----------------------	--------------------

- **Características de los pacientes**

Características de los pacientes				
Patología	Tamaño de muestra		Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
	1	2		

- **Tecnología de Realidad virtual**

Tecnología de realidad virtual	
Software	Equipos

- **Métodos para el uso de la realidad virtual en rehabilitación**

Métodos para el Uso de la realidad virtual en rehabilitación								
Tratamiento Convencional				Tratamiento alterno RV				Re evaluación
Duración intervención	Sesiones	Tiempo	Descripción	Duración intervención	Sesiones	Tiempo	Descripción	

- **Medidas de resultado / Resultados / Recomendaciones**

Medidas de resultado	Resultados	Recomendaciones
----------------------	------------	-----------------

Anexo B – Herramientas de evaluación para el paciente que hace parte de una intervención con realidad virtual

A continuación se describen las pruebas utilizadas en los diferentes artículos incluidos en la revisión, con el fin de que pueda ser una guía rápida para la consulta, implementación y seguimiento de los pacientes durante la intervención con realidad virtual.

CARACTERÍSTICA GENERAL (relacionadas con)	NOMBRE DE LA PRUEBA O DISPOSITIVO DE MEDICIÓN	BREVE DESCRIPCIÓN
Movilidad	Test de caminata de 10 minutos	Mide la velocidad de la marcha. Se pide al paciente que camine 14 metros a su velocidad preferida, pero la velocidad solo se mide en los 10 metros de en medio.
	Test de caminata de 6 minutos	Es una medida de resistencia. Se pide a los pacientes que caminen tan lejos como puedan en 6 minutos, descansando en el lugar donde lo necesiten, se contabiliza la distancia y los descansos
	Test de caminata de 2 minutos	Es una medida de velocidad. Se pide al paciente que camine durante dos minutos consecutivos y se le da la instrucción “Cubra todo el terreno posible durante 2 minutos. Camine continuamente si es posible, pero no se preocupe si necesita disminuir la velocidad o detenerse a descansar”
	Parámetros espaciotemporales de la marcha	Es la medición de las diferentes características de la marcha como zancada, velocidad, ritmicidad, longitud de paso, base de sustentación entre muchas otras
	Test de levántate y anda	Mide el tiempo que se tarda en levantar desde una silla, caminar 3 metros, girarse y caminar de vuelta para sentarse de nuevo
	Test de balance de Berg	Determina los factores de riesgo para la pérdida de independencia y las caídas en los ancianos. Evalúa el desempeño del equilibrio funcional de catorce elementos comunes en la vida diaria.
	Test de cuatro pasos cuadrados	Evalúa el equilibrio dinámico y la coordinación a través de pasos hacia delante, hacia los lados y hacia atrás de manera cronometrada.
	Medición del ACV – Chedoke McMaster	Es una herramienta de detección y evaluación utilizada para medir el deterioro físico y la actividad de un individuo después de un accidente cerebrovascular
	Índice de Barthel	Contiene 15 ítems sobre cuidados propios, función vesical y fecal y movilidad
	Categoría de ambulación funcional	Evalúa la habilidad de la deambulación. Esta escala de 6 puntos evalúa el estado de ambulación al determinar la cantidad de apoyo que el paciente requiere al caminar, sin importar si usa o no un dispositivo de ayuda personal.

	Índice funcional de la marcha	Es una herramienta clínica utilizada para evaluar la marcha, el equilibrio y el riesgo de caída. Se evalúa el caminar habitual en estado de equilibrio y el caminar en tareas más desafiantes. Se tienen en cuenta 8 pruebas que puntúan en una escala ordinal de 0 a 3
	ActivPAL	Es un monitor basado en acelerómetro usado en el muslo que clasifica las actividades diarias en tres categorías (sentarse / acostarse, de pie y pisar).
	Prueba de clavijas con nueve orificios	Consiste en colocar las clavijas en los agujeros correspondientes, en el menor tiempo posible.
	Prueba del trazo	Tiene como objetivo valorar la atención visual sostenida, la secuenciación, la flexibilidad mental, el rastreo visual y la habilidad grafomotora. Se debe conectar, mediante líneas y de forma consecutiva, 25 números que están distribuidos al azar en una hoja.
	Escala de Tinetti (Marcha y balance)	Se utiliza para determinar precozmente el riesgo de caída de un anciano durante el año siguiente a su aplicación. Equilibrio: Se realiza utilizando una silla sin brazos apoyada sobre la pared. Marcha: Se hace caminar al paciente en trayectos de ida y vuelta, se trata de ver si hay algún tipo de vacilación al iniciar la marcha, si se desvía de la trayectoria rectilínea, si pierde el paso o el equilibrio.
	Escala de balance de Brunel	Evalúa el equilibrio funcional en personas con una amplia gama de habilidades y ha sido probado específicamente para el uso después del accidente cerebrovascular.
	Posturografía	Técnica para la evaluación objetiva del control postural a través del estudio del movimiento del centro de presiones
	Centro de presión	Es una medición que se realiza por medio de plataformas de fuerza con el fin de observar la distribución del peso en la base de apoyo.
	Prueba de la función motora de Wolf	Evalúa la función de la extremidad superior a través de dos medidas de resistencia y una serie de 15 tareas funcionales que progresan desde simples movimientos en las áreas de la articulación proximal hasta movimientos complejos en las áreas de la articulación distal. Cada una de las 15 tareas se cronometra hasta completarse, hasta un máximo de 120 segundos
	Escala de sentado de Ottawa	Cuantifica el cambio en el equilibrio sentado
	Test de alcance funcional	Es una medida de equilibrio, que se define como la diferencia en centímetros entre la longitud de brazo y el alcance delantero máximo, usando una base fija de apoyo.
		Examen clínico del equilibrio sentado, consiste en 14 actividades funcionales diarias como elementos de

	Prueba de funcionalidad al sentarse	prueba y el rendimiento es calificado utilizando un solo conjunto de criterios de calificación para los 14 ítems.
	30 second sit to stand test	Evalúa la fuerza y la resistencia de las piernas. Instrucciones: Siéntese en el centro de la silla, coloque sus manos en el frente cruce los brazos sobre el pecho, mantenga los pies planos en el suelo, mantenga la espalda recta y mantener los brazos contra el pecho, en "Inicio", subir a una posición completa posición y luego sentarse de nuevo, repita este procedimiento durante 30 segundos.
	Medición del perfil fisiológico	Las 5 medidas utilizadas fueron sensibilidad al contraste, propiocepción, fuerza del cuádriceps, tiempo de reacción simple y oscilación postural.
	Escala de deterioro de tronco	Evalúa el equilibrio estático y dinámico y la coordinación del tronco en posición sentada. Posee una subescala para cada característica explorada, y cada subescala evalúa elementos específicos que pueden puntuar de 2 a 4 en una escala ordinal.
	Tiempo en apoyo unipodal	Evalúa el balance del sujeto al cronometrar el tiempo que puede mantener el apoyo unipodal.
	Medida de independencia funcional	Valora la limitación en la actividad. Consta de 18 ítems sobre seis categorías, y cada ítem se puntúa con una escala ordinaria de 7 puntos, donde 0 es dependencia total y 7 independencia total.
	Evaluación de Fugl – Meyer	Evalúa la función motora, del equilibrio, la sensibilidad y estado de las articulaciones de una manera detallada de aquellos pacientes que habían padecido un ictus. El resultado de la esta escala se mide en una puntuación numérica, donde la mayor puntuación numérica, mejor estado del funcionamiento del paciente
	Fuerza de agarre	Evalúa la fuerza ejercida por los músculos intrínsecos de la mano y la musculatura del antebrazo.
	Registro de actividad motora	Evalúa la habilidad motora del miembro superior por medio de cuestiones que engloban la cantidad y la calidad de su uso. La puntuación varía de (0) no utiliza el miembro superior afectado a (5) utiliza el miembro superior de la misma forma que utilizaba antes de la lesión.
Sistema sensorial	Prueba de organización sensorial	Consiste en una serie de 7 pruebas posturales simples que analizan la estabilidad estática y dinámica de un individuo, modificando en cada una de ellas la información sensorial percibida Permite obtener rápidamente información acerca del patrón de equilibrio postural de una persona.
	Prueba de percepción visual - motor free visual	Evalúa la percepción visual independiente de la capacidad motora.

	perception test (MVPT)	
	Prueba clínica de interacción sensorial	Evalúa la capacidad del individuo para adaptarse y mantener el equilibrio corporal en presencia de conflictos sensoriales, evalúa el equilibrio estático en seis condiciones sensoriales.
La comunicación	Prueba de fluidez verbal	Evalúa la capacidad del sujeto para realizar fonación de manera clara y fluida, se divide en dos partes (1) Una denominada fluidez verbal semántica (FVS), donde se pide al sujeto que nombre todos los elementos dentro de una categoría semántica determinada (2) y fluidez verbal fonológica (FVF), en la que se pide al sujeto que diga todas las palabras que comienzan con una letra particular.
	Evaluación cognitiva de Montreal	Instrumento de escaneo rápido para alteraciones cognitivas leves. Evalúa diferentes dominios cognitivos: Atención y concentración, funciones ejecutivas, memoria, lenguaje, habilidades visuconstructivas, pensamiento conceptual, cálculo y orientación. El tiempo para administrar la MoCA es de aproximadamente 10 minutos. El puntaje máximo es de 30 puntos: un puntaje arriba de 26 o más es considerado normal.
	Escala mini mental Lobo	Test de carácter cognitivo que se utiliza para detectar una posible demencia en pacientes geriátricos y, al mismo tiempo para seguir la evolución de la misma. Tiene cinco grupos para la evaluación de la orientación espacio-temporal, la fijación de la memoria inmediata, la capacidad de concentración y cálculo, lenguaje y construcción espacial
La condición del sujeto	Prueba de Ataxia por Klockgether	Evalúa la marcha, la postura, las extremidades superiores e inferiores, la disdiadococinesia, el temblor y la disartria según una escala de 6 puntos, con 0 sin síntomas y 5 indicando las manifestaciones de síntomas más graves en cada categoría de prueba. Una puntuación total de 1-7 corresponde a ataxia leve, 8-21 a ataxia moderada y 22-35 a ataxia severa. Una puntuación > 30 indica una incapacidad total para realizar cualquiera de las actividades evaluadas.
	Cuestionario de ejercicio Godin Leisure	Es un cuestionario autoadministrado de 4 ítems con las tres primeras preguntas que buscan información sobre el número de veces que realiza actividad física de ocio ya sea leve, moderada o intensa de por lo menos 15 min de duración en una semana típica.
	Escala de impacto de esclerosis múltiple	Evalúa el impacto de la enfermedad en las actividades de la vida diaria relacionadas con la salud en términos de su bienestar físico y psicológico.

	Electrocardiograma	Prueba que registra la actividad eléctrica del corazón que se produce en cada latido cardiaco.
	Índice de comorbilidad de Charlson	Relaciona la mortalidad a largo plazo con la comorbilidad del paciente. En general, se considera ausencia de comorbilidad: 0-1 pto, comorbilidad baja: 2 ptos y alta > 3 ptos.
	Cuestionario de capacidad de locomoción (WAQ)	Evalúa la movilidad del paciente en 19 actividades ambulatorias comúnmente realizadas en casa y en la comunidad. La movilidad se clasifica de acuerdo con la autoevaluación de cada paciente como independiente, supervisado, asistido, silla de ruedas, o no.
	Índice de masa corporal	Una medida de la obesidad que se calcula dividiendo los kilogramos de peso por el cuadrado de la estatura en metros.
	BREQ-2	Cuestionario de 19 ítems que mide las etapas del continuo de autodeterminación con respecto a la motivación para hacer ejercicio con una escala de Likert de 5 puntos (0 = no es cierto para mí, 4 = muy cierto para mí)
	Escala de Ashworth	Es una graduación utilizada en clínica para valorar la espasticidad, puntúa de 0 a 4, donde 0 es tono muscular normal y 4 es hipertonia severa.
	Escala de Borg	Consiste en una escala que usa el esfuerzo percibido con un código numérico para determinar el nivel de esfuerzo e intensidad del ejercicio.
	Prueba del escalón	Evalúa la capacidad aeróbica máxima, consiste en bajar y subir un escalón de 50,8 centímetros de altura durante 5 minutos con una frecuencia de 30 ciclos por minuto
Bienestar psicológico, participación y calidad de vida	SF 36	Mide la calidad de vida relacionada con la salud en 8 aspectos (Función física, limitaciones de rol por problemas físicos, dolor corporal, salud general, vitalidad, función social, limitaciones del rol por problemas emocionales y salud mental)
	Cuestionario de confianza en actividades de balance	Es una medida válida y fiable de la confianza de equilibrio y examina su relación con el deterioro de equilibrio y caídas en los adultos mayores. Consta de 16 o 6 ítems
	Escala de ansiedad y depresión en el hospital	Evalúa el malestar emocional en pacientes con diferentes padecimientos crónicos.
	EuroQol 5D	Instrumento genérico integrado por las cinco dimensiones consideradas más relevantes de la calidad de vida relacionada con la salud: movilidad, autocuidado, actividades habituales, dolor/malestar y ansiedad/depresión; con tres niveles de gravedad en cada dimensión: ausencia de problema, algún problema, problema grave o incapacidad

	<p>Escala Moral Philadelphia</p>	<p>Escala basada en el concepto multidimensional de bienestar psicológico, que parte del supuesto de que un estado de ánimo elevado, se caracterizaría por la sensación de satisfacción con uno mismo, un sentimiento de que “uno tiene un sitio en esta vida” y la aceptación de lo que no se puede cambiar</p>
	<p>Mini prueba del estado mental</p>	<p>Se trata de un test de cribado de demencias, útil en el seguimiento evolutivo de las mismas. Puntúa como máximo un total de 30 puntos y los ítems están agrupados en 5 apartados que comprueban orientación, memoria inmediata, atención y cálculo, recuerdo diferido, y lenguaje y construcción. Existen múltiples versiones validadas en diversos idiomas, y otras que no son más que una mera traducción de la original en inglés.</p>
	<p>Encuesta de actividades y el temor de Caer en el Anciano (SAFFE)</p>	<p>Evalúa el miedo a caer, se basa en un formato de respuesta de Likert de 5 puntos (0-4 puntos) con puntuaciones más altas que indica un mayor temor a caer.</p>
	<p>Encuesta inventario de discapacidad por vértigo</p>	<p>Evalúa el impacto del vértigo en la vida diaria, desde la perspectiva del propio paciente</p>
	<p>Escala subjetiva de ansiedad</p>	<p>Se emplea para comunicar el nivel de ansiedad experimentado de forma subjetiva. Al emplear la escala, se evalúa el nivel de ansiedad desde 0, completamente relajado, hasta 100, muy nervioso y tenso.</p>
	<p>Escala de Nottingham's</p>	<p>Evalúa la calidad de vida.</p>