

**REALIDAD VIRTUAL APLICADA COMO ESTRATEGIA DE INTERVENCION EN LA  
FUNCION MOTORA DE PACIENTES CON PARKINSON**

**PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR AL TITULO DE FISIOTERAPEUTA  
ESPECIALISTA EN NEUROREHABILITACION**

**LUCY ESMERALDA ROMERO VARGAS**

**LIDSA MARIEL VARGAS CHAVARRO**

**AUTORES**

**CINDY MENESES**

**ASESORA DE PROYECTO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN**

**FACULTAD FISIOTERAPIA**

**ESPECIALIZACIÓN FISIOTERAPIA EN NEURORREHABILITACIÓN**

**BOGOTÁ, COLOMBIA**

**CORTE 16, 2019**

## **TABLA DE CONTENIDO**

RESUMEN	4
PREGUNTA:	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
JUSTIFICACIÓN	8
MARCO DE REFERENCIA	10
<b>Parkinson y Neurorehabilitación</b>	11
<b>Realidad virtual</b>	12
<b>Antecedentes investigativos</b>	13
MARCO LEGAL	19
DEFINICIÓN DE VARIABLES	20
MARCO METODOLOGÍCO	21
<b>Tipo de estudio</b>	21
<b>Estrategia de búsqueda</b>	21
<b>Criterios de inclusión y exclusión</b>	22
<b>Criterios de inclusión:</b>	22
<b>Criterios de exclusión:</b>	22
<b>Estrategias abstracción de información y análisis de datos</b>	23

<i>Realidad virtual en pacientes con Parkinson</i>	3
RESULTADOS	23
<b>Caracterización de los artículos encontrados:</b>	24
<b>Por tipo de estudio</b>	25
<b>Características de los resultados</b>	26
<b>Herramientas para la aplicación de la realidad virtual</b>	26
<b>Consolas de juego</b>	26
<b>Realidad Aumentada</b>	29
<b>Ordenadores</b>	31
<b>Eventos adversos frente al uso de la realidad virtual</b>	33
DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	37
DIAGRAMA DE GANN T	39
REFERENCIAS	40

## **REALIDAD VIRTUAL APLICADA COMO ESTRATEGIA DE INTERVENCION EN LA FUNCION MOTORA DE PACIENTES CON PARKINSON**

### **RESUMEN**

La presente revisión documental, busco identificar la aplicabilidad de la realidad virtual como estrategia de intervención en la función motora en la enfermedad de párkinson, dicha revisión se realizó por medio de la búsqueda de estudios publicados en diferentes bases de datos. La información encontrada y agrupada, permitirá generar puntos de referencia a los profesionales para identificar si la realidad virtual es una estrategia pertinente o no pertinente en la rehabilitación del párkinson, pero además será un punto de referencia para iniciar estudios experimentales que tengan mayor validez y argumentación.

Cabe anotar que durante la revisión documental se realizó una selección por criterios de inclusión y se excluyeron estudios que no cumplieran con dicha selección; se encontraron resultados relacionados con los aciertos en procesos de rehabilitación con el uso de la realidad virtual en pacientes con párkinson y específicamente encontrando beneficios en su función motora, sin embargo, así mismo también se encuentra en una menor magnitud impactos negativos en los procesos.

A pesar de que los beneficios son evidentes se necesita mayores investigaciones en el área y más con población con condiciones específicas, que permita generar mejores intervenciones a nivel nacional, continuando así a la vanguardia del avance de la tecnología para el manejo de la rehabilitación a nivel mundial.

**Palabras clave:** Realidad virtual, Parkinson, Función motora.

## **PREGUNTA:**

¿Cuál es la aplicabilidad de la realidad virtual como estrategia de intervención en la función motora en pacientes con Parkinson?

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar una revisión documental de la literatura relacionada con la aplicación de la realidad virtual como estrategia de intervención en la función motora en pacientes con Parkinson.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Caracterizar los estudios 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 intervención en función motora de los pacientes con Parkinson.
- Establecer los métodos para el uso de la realidad virtual en el área de la neurorrehabilitación de la función motora en el párkinson
- Identificar los resultados y recomendaciones reportados sobre realidad virtual en la función motora en Parkinson.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Desde la fisioterapia y específicamente desde la neurorrehabilitación se tienen en cuenta conceptos importantes sobre la enfermedad de párkinson y específicamente su progresión en cuanto al déficit cognitivo y de la función motora, razón por la cual se utilizan estrategias de intervención de forma convencional, sin embargo con el avance constante de la tecnología, podríamos utilizar herramientas innovadoras y tecnológicas tales como la realidad virtual que complementen las intervenciones terapéuticas y faciliten la mejoría del paciente y el fin último de la intervención

terapéutica que es mejorar su calidad de vida, razón por la cual se requiere identificar si el uso de la realidad virtual es viable o no en la rehabilitación de la función motora en pacientes con párkinson.

Se estima que para 2030 la población afectada por la enfermedad sea el doble de la actual en 2016 (Dorsey et al., 2007; Achey et al., 2014); Razón por la cual es importante aumentar estrategias terapéuticas de intervención tales como la realidad virtual, que puedan apoyar el proceso integral de rehabilitación con el fin de mejorar la calidad de vida de dichos pacientes.

La Asociación Colombiana de Neurología define el Parkinson como una enfermedad neurodegenerativa de aparición esporádica, que se produce por una degeneración y pérdida de las neuronas que producen la dopamina en un área del cerebro llamada sustancia nigra (SN). Según la carta de la salud, las estadísticas mundiales indican que hay aproximadamente 100 casos de enfermedad de Parkinson por cada 100.000 habitantes y afecta a 2 de cada 1000 personas entre los mayores de 65 años. En Colombia, el estudio neuro epidemiológico nacional (EPINEURO) realizado en 2003 mostro una prevalencia de 4,7 por 1000 habitantes, que es más alta que la referida en otros países. (asociación Colombiana de Neurología)

(EPINEURO 2003) afirma que, por lo general, los síntomas motores de la enfermedad de Parkinson son los más evidentes, ya que estos son los signos del trastorno que se pueden observar desde el exterior. Estos síntomas principales de la enfermedad son tres:

- Temblor: El temblor característico es de reposo y tiene una frecuencia de 4-6 Hz. Suele aparecer en una extremidad superior, y extenderse a la inferior ipsilateral. Cuando afecta la mano adopta el patrón de “contar monedas”. Puede afectar a la mandíbula, y rara vez a la cabeza o a la voz

- **Rigidez:** Es el aumento del tono muscular expresado como resistencia opuesta por los músculos a la movilización pasiva de las extremidades. Es continua, uniforme e independiente de la velocidad de movilización.
- **Bradicinesia:** Se define como la desaceleración o pérdida de los movimientos espontáneos y voluntarios.

La rehabilitación motora está orientada a mejorar y restablecer las capacidades funcionales de los pacientes, utilizando técnicas de movimiento o integrando un conjunto de terapias que incluyen diversos agentes físicos. Con el pasar del tiempo el uso de las tecnologías de la información (TIC) se ha expandido también a la medicina, en nuestro caso enfocado en la rehabilitación, más concretamente la realidad virtual. (Ariza, Guerrero, Ortiz y Moreno, 2016).

Según estos autores Ariza 2016, La realidad virtual es el resultado de la inmersión del paciente en un entorno real creado a computador, a través de una interfaz hombre-máquina, en ella se permite al paciente interactuar con ciertos elementos dentro del escenario simulado. El uso de la realidad virtual como complemento a la terapia supone, importantes ventajas, como son la posibilidad de controlar de forma precisa y repetible cada una de las sesiones, la capacidad de adaptar las interfaces a las limitaciones motoras del usuario y la recreación de entornos virtuales seguros para practicar habilidades con un riesgo potencial en el mundo real.

A pesar de las ventajas ya mencionadas, surgen una serie de dudas a la hora de aplicar la realidad virtual a la rehabilitación: ¿Es clara la evidencia frente a la mejoría en la función motora en pacientes con Parkinson, intervenidos en entornos de realidad virtual?, ¿Cuáles son los parámetros de intervención más

comunes en el uso de la realidad virtual en rehabilitación? y ¿las habilidades adquiridas mediante la práctica en entornos virtuales podrían transferirse al entorno real?

Debido al difícil manejo de la sintomatología de la enfermedad de Parkinson, todos los esfuerzos e investigaciones científicas están direccionándose a la búsqueda y generación de tratamientos que logren frenar el curso de la enfermedad, o de ser posible revertir el daño ya instaurado y prevenir el avance de la patología en personas con mayor probabilidad de desarrollar la misma.

El objetivo principal de esta revisión es encontrar los beneficios que tiene utilizar la realidad virtual como estrategia de intervención en la función motora en enfermedad de Parkinson.

## **JUSTIFICACIÓN**

La enfermedad de Parkinson afecta a una de cada cien personas mayores de 60 años y actualmente, a nivel mundial hay unas 6.3 millones de personas con esta enfermedad, la OMS prevé que para el año 2030 el número de personas afectadas por esta condición llegará a ser más de 12 millones (Guadalupe, 2018). De igual modo; Ariza, Guerrero, Ortiz y Moreno (2016) aseguran que la enfermedad de Parkinson es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente a nivel mundial, después de la enfermedad de Alzheimer. En su cuadro clínico se habla del temblor como un síntoma predominante, junto con la aparición de rigidez acinetica; lo que genera afectación en la calidad de vida de estos pacientes. Lo anterior permite deducir que es una patología que tiene una alta prevalencia actual y a futuro por ende requiere la identificación de estrategias de tratamiento que mantengan la calidad de vida de dichos pacientes desde la fisioterapia y específicamente desde la neuro-rehabilitación.

La rehabilitación es la habilitación de funciones perdidas, disminuidas o deterioradas por agresiones internas o externas al cuerpo humano, consiste en el reentrenamiento basado en la repetición de actividades, que facilita los procesos de plasticidad celular, reforzando de manera positiva una o más tareas mientras que otras se inhiben; adicional a esto aparece un concepto aplicado a profundizar en el campo de la neurología, se introduce el concepto de la neurorrehabilitación la OMS la define como un proceso activo por medio del cual los individuos con alguna lesión o enfermedad puedan alcanzar la recuperación integral más óptima posible que les permita su desarrollo físico, mental y social de la mejor forma, para integrarse a su medio ambiente de la manera más apropiada (Fidias, León & Bayona, 2009).

La realidad virtual (RV) es una nueva estrategia de rehabilitación con un amplio rango de aplicaciones (Riva 2003). En el contexto de la fisioterapia, la tecnología RV se recomienda para optimizar el aprendizaje motor en un entorno seguro, y puede complementar la pertenencia de un enfoque convencional (Burdea 2003; Keshner 2004). Por medio de la oferta de comentarios sobre el rendimiento, la activación individualizada repetitiva práctica de la función motora y el estímulo motor y cognitivo del proceso, RV ofrece oportunidades para aprender nuevas estrategias motoras y para relegar las capacidades que se pudieran perder a causa de la enfermedad.

Actualmente Abbruzzese, Marchese, Avanzino y Pelosin (2016) han propuesto algunas innovaciones relacionadas con la observación de acciones, realidad virtual, ejercicio y la capacitación asistida por robots por lo que la aplicación de la "realidad virtual" (RV) a la rehabilitación se basa en la interacción de la persona con un entorno virtual con el objetivo de promover el aprendizaje motor a través de percepciones mejoradas (entradas visuales, auditivas y táctiles). Los sujetos con enfermedad de Parkinson demuestran una capacidad relativamente preservada en la función motora, pero la consolidación del material aprendido es defectuosa y la traducción al entorno clínico puede ser crítica.

Por tal motivo, es importante tener en cuenta los avances en rehabilitación relacionados con la realidad virtual y como se puede utilizar la misma, con el fin de mejorar la función motora y por consiguiente calidad de vida de los pacientes; pero específicamente aquellos con patologías tales como el Parkinson.

## **MARCO DE REFERENCIA**

La Realidad Virtual (RV) es una tecnología que busca replicar un ambiente, ya sea real o imaginario, y que además permite la interacción física entre el participante y el contenido generado en el ambiente (Mejía, 2016). Con el pasar de los años la tecnología también se encuentra presente en la salud y específicamente en la rehabilitación, desarrollando diferentes aplicaciones; lo anterior es muy evidente en datos que se han encontrado con relación al aumento de publicaciones, en el año 2010 se ingresaron aproximadamente 359 artículos de investigación y en el año 2015 se ingresaron 627, estas publicaciones relacionaban el efecto del trabajo de la realidad virtual en salud y específicamente en rehabilitación, haciendo énfasis en patologías neurodegenerativas tales como el Parkinson.

La enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo caracterizado por síntomas motores y no motores con un curso progresivo crónico. Como no existe una cura conocida, el tratamiento de la EP se basa tradicionalmente en el tratamiento sintomático. La enfermedad de Parkinson (EP) es la segunda enfermedad neurodegenerativa con mayor prevalencia en el mundo después de la enfermedad de Alzheimer (Willis, 2013; Schapira, 2013); Los principales síntomas de EP son aquinesia (ausencia sustancial de movimientos), temblor en estado de reposo, rigidez, aumento de la tensión muscular y resistencia al movimiento (rigidez en “dientes de sierra”) e inestabilidad de la postura por pérdida del equilibrio, que lleva a frecuentes caídas y algunos otros síntomas que incluyen disartria y bradicinesia (Bartels & Leenders, 2009; Pagano, Ferrara, Brooks, & Pavese, 2016).

La rehabilitación motora está orientada a mejorar y restablecer las capacidades funcionales de los pacientes, utilizando técnicas de movimiento o integrando un conjunto de terapias que incluyen diversos agentes físicos. Con el pasar del tiempo el uso de las tecnologías de la información (TIC) se ha expandido también a la medicina, en nuestro caso enfocado en la rehabilitación, más concretamente la realidad virtual. (Ariza, Guerrero, Ortiz y Moreno, 2016).

Según estos autores Ariza 2016, La realidad virtual es el resultado de la inmersión del paciente en un entorno real creado a computador, a través de una interfaz hombre-máquina, en ella se permite al paciente interactuar con ciertos elementos dentro del escenario simulado. El uso de la realidad virtual como complemento a la terapia supone, importantes ventajas, como son la posibilidad de controlar de forma precisa y repetible cada una de las sesiones, la capacidad de adaptar las interfaces a las limitaciones motoras del usuario y la recreación de entornos virtuales seguros para practicar habilidades con un riesgo potencial en el mundo real.

Se estima que para 2030 la población afectada por la enfermedad sea el doble de la actual en 2016 (Dorsey et al., 2007; Achey et al., 2014); Razón por la cual es importante aumentar estrategias terapéuticas de intervención tales como la realidad virtual, que puedan apoyar el proceso integral de rehabilitación con el fin de mejorar la calidad de vida de dichos pacientes.

### **Parkinson y Neurorehabilitación**

La neurorehabilitación intenta mejorar la funcionalidad y la autonomía del paciente con discapacidad causada por una lesión del sistema nervioso. En la enfermedad de Parkinson, la lesión reside en la degeneración de las neuronas productoras de dopamina de la sustancia negra. El déficit de dopamina altera la función de los ganglios basales con la consiguiente pérdida del control motor subcortical, que prepara y

acompaña a cualquier acto motor voluntario. La lesión subcortical y la indemnidad de la corteza motora son la base de la mayoría de las estrategias utilizadas por el tratamiento neurorrehabilitador en la enfermedad de Parkinson, basadas en la sustitución de los patrones de movimiento subcortical por patrones corticales de movimiento voluntario. Las estrategias más efectivas son: la utilización de guías externas, visuales o sonoras y la adaptación del procedimiento en la ejecución de las actividades. La neurorrehabilitación en la EP contribuye a reducir la morbilidad y mejorar la calidad de vida. Aviñó, C., Farret M., Maneiro I., Clemente B. (2007).

Abril M., Falguera T., Garreta R (2004). Afirman que el tratamiento rehabilitador se indica en función de la discapacidad y de las necesidades del paciente. Hay que indicar en qué ámbito hay que realizar la rehabilitación para conseguir los objetivos marcados (ambulatorio, domiciliario, hospital de día o ingreso) y garantizar la continuidad asistencial. Así mismo se deben tener en cuenta diferentes abordajes terapéuticos traducidos en estrategias de intervención tales como el uso de la realidad virtual en patología degenerativas tales como el Parkinson.

## **Realidad virtual**

La realidad virtual (RV) se desarrolló a principios de la década de 1900 mediante la aplicación de simulaciones en vuelo. RV es la generación de entornos simulados o virtuales (EV) que permiten las interacciones de los usuarios a través de múltiples sentidos (visual, auditivo y táctil). Los sistemas de RV personalizados han sido diseñados utilizando hardware especializado, como interfaces robóticas hápticas, o hardware estándar como la cámara Kinect.

Los entornos virtuales se basan en ambientes enriquecidos y diseñados con principios de aprendizaje motor, por ejemplo, con comentarios y especificidad de tareas. Para que las personas mantengan una

actividad intensa, considerada como fundamental para la neurorrehabilitación, la atención y la motivación de la persona son importantes. El uso de la realidad virtual y los videojuegos para adultos con afecciones neurológicas se pueden agrupar en la mejora del uso de las extremidades superiores, el entrenamiento de la movilidad y el equilibrio, el entrenamiento de las extremidades inferiores, las actividades de la vida diaria, la función motora y la cognición. Deutsch, E., Westcott, S. (2017).

### **Antecedentes investigativos**

Howard (2017), en su meta análisis y revisión sistemática muestra que los programas de aplicación de la rehabilitación en realidad virtual (PRV) son relativamente nuevos y ya son más efectivos que los programas de rehabilitación tradicionales. A continuación, preguntamos ¿Son efectivos los programas de rehabilitación con realidad virtual? A lo cual la respuesta es sí Alternativamente, todavía se desconoce mucho sobre el mecanismo de mediación que promueve el éxito de PRV. Se han propuesto tres mecanismos en la literatura: disfrute, fidelidad física y fidelidad cognitiva. Los autores han demostrado que los PRV estimula el disfrute y la motivación, pero los dos actores han demostrado su valor debido a la mejora de los resultados.

Charlenny , Gomes, Carneiro, Pereira, Damasceno, Graças Buarque Araújo. (2015) en este estudio, el tratamiento con realidad virtual no inmersiva (RVNI) encuentran que el trabajo con realidad virtual mejoró la calidad de vida de los ancianos con enfermedad de Parkinson, con énfasis en la percepción de calidad de vida relacionada al bienestar emocional y estigma, seguidos de movilidad y cognición. Así, es posible concluir que el enfrentamiento de la enfermedad de Parkinson debe contemplar, además de sus signos y síntomas, aspectos relacionados a la calidad de vida, a fin de no subestimar la complejidad del sujeto y la repercusión subjetiva de la enfermedad y / o tratamiento.

Rodrigues, Zeigelboim, Ghizoni, Barbosa, Ribas (2017) refieren que el objetivo de la rehabilitación vestibular es modificar el sistema de control postural el cual tiene una afectación importante en la EP, mediante ejercicios físicos específicos y repetitivos en diferentes condiciones. Se ha identificado que estos ejercicios actúan fisiológicamente en el sistema vestibular y se consideran un dispositivo terapéutico para su activación, basado en los mecanismos centrales de la neuroplasticidad, conocidos como adaptación, habituación y sustitución, para obtener una compensación vestibular. La rehabilitación vestibular, mediante la realidad virtual (RV), implica la inmersión en un mundo imaginario; La percepción ambiental es alterada por un estímulo artificial que genera un conflicto sensorial, que cambia la ganancia del reflejo vestíbulo-ocular. El uso de la realidad virtual como instrumento de evaluación y / o rehabilitación permite al terapeuta ir más allá de las limitaciones de las herramientas tradicionales, fortaleciendo los efectos de las intervenciones ya existentes y maximizando su eficiencia.

Abbruzzese, Marchese, Avanzino, Pelosin (2016) afirman que la aplicación de la "realidad virtual" (RV) a la rehabilitación se basa en la interacción de la persona con un entorno virtual con el objetivo de promover el aprendizaje motor a través de percepciones mejoradas (entradas visuales, auditivas y hápticas). Además, dicha tecnología se puede incorporar en consolas de juegos que ofrecen un dispositivo de bajo costo, amigable y utilizable en el hogar para promover la actividad física. La RV se introdujo en la rehabilitación de la EP y el reciente ensayo controlado aleatorio V-TIME propuso una intervención multimodal que combina el entrenamiento en cinta rodante y la realidad virtual para reducir el riesgo de caídas en sujetos con EP.

Rodríguez et. al (2017) Observaron que la realidad virtual mejoró el equilibrio, generando efectos positivos en la autoconfianza de los pacientes, influyendo en su calidad de vida. Estos resultados corroboran varios estudios ya reportados. La tecnología de realidad virtual es un recurso adicional extremadamente importante para agregar a los convencionales existentes. La práctica repetitiva de las habilidades motoras y cognitivas deterioradas en la EP mostraron mejoría y le asignaron una ventaja

terapéutica a la realidad virtual. La repetición facilita la producción de movimientos por medio de cambios neurofisiológicos y de comportamiento que surgen de los mecanismos neuroplásticos, que son extremadamente importantes para el reaprendizaje de las habilidades motoras. En conclusión, la rehabilitación del equilibrio corporal por medio de la realidad virtual demostró ser eficaz para mejorar el equilibrio corporal y la capacidad funcional, reducir el riesgo de caídas, aumentar la autoconfianza y mejorar la calidad de vida de los pacientes con EP.

Mendes, Pompeu, Lobo, Silva, Oliveira, Zomignani, Piemonte (2012) sugieren que las dificultades motoras pueden afectar el rendimiento de los pacientes con enfermedad de Parkinson en la mayoría de los juegos, pero no afectan la capacidad de mejorar el rendimiento con la práctica o de conservar estos beneficios después del entrenamiento. Sin embargo, el deterioro en algunas funciones cognitivas, particularmente la toma rápida de decisiones y el manejo de la atención y / o la memoria de trabajo, pueden dificultar el aprendizaje en algunos juegos.

Abbruzzese, et. al. (2016) encuentran que los sujetos con EP demuestran una capacidad relativamente conservada en el aprendizaje motor, pero la consolidación del material aprendido es defectuosa y la traducción al entorno clínico puede ser crítica. Los últimos puntos representan limitaciones importantes para garantizar beneficios clínicos persistentes a lo largo del tiempo; sin embargo, Mendes, et. al. (2012) afirman que los pacientes con la enfermedad de Parkinson pudieron transferir una habilidad motora entrenada en los juegos a una tarea similar no entrenada, lo que indicó que los pacientes mejoraron su capacidad para cambiar su centro de gravedad, y permite evidenciar que la realidad virtual es transferible en pacientes con enfermedad de Parkinson; lo cual permite encontrar un hallazgo importante que apunta al potencial terapéutico de este tipo de entrenamiento; permitiendo deducir que los pacientes si logran transferir el aprendizaje motor, pero los efectos del mismo no necesariamente son a largo plazo.

Paul, Dibble y Peterson (2018) refuerzan lo anteriormente mencionado indicando que las personas con enfermedad de Parkinson demuestran una capacidad de aprendizaje motor que les permite

beneficiarse del ejercicio, lo que desafía su modo de andar y el equilibrio para reducir las caídas, especialmente durante las etapas leves de la enfermedad.

Robles, Corral, Espinosa, García, San Martín, Flores, Cudeiro, Arias. (2016) En esta línea, nuestro grupo demostró que la EP puede imitar (en tiempo real) los patrones de movimientos de los dedos diferentes a los generados por ellos mismos, lo que resulta en que la imitación reduzca la variabilidad del movimiento y mejore el reclutamiento muscular. Estos efectos apoyan la idea de que varias sesiones de entrenamiento de imitación de movimiento en tiempo real pueden inducir secuelas duraderas para mejorar la función motora en la EP. La realidad virtual facilita la implementación de protocolos de imitación, lo que permite controlar los estímulos sensoriales y controlar el comportamiento de los sujetos.

Antes de trabajar realidad virtual, se habla de trabajo terapéutico en Wii Fit, Suarez, H. Geisinger, D., Enrique D., Nogueira, S., Arocena, S., Roman, C., Suarez, A. (2011). en su estudio concluyen que los pacientes con Parkinson logran mejorar la capacidad para aprender, retener y transferir mejorando el rendimiento después de una amplia capacitación en los juegos de Wii Fit y depende en gran medida de las demandas, particularmente cognitivas, de los juegos específicos involucrados. Este hallazgo reitera la importancia de la selección simple y progresiva de juegos en Wii Fit y realidad virtual.

Yang, Wang, Wu, Shun Lo, Lin. (2016). Indican que no encontraron diferencias entre el entrenamiento de equilibrio de VR basado en el hogar y el entrenamiento de equilibrio de hogar convencional. Los resultados sugirieron que la VR en el hogar podría ser una opción viable para los pacientes con EP, especialmente aquellos que viven en áreas con acceso limitado a los servicios de rehabilitación. También es importante resaltar que el entrenamiento de equilibrio de VR es una alternativa interesante a la prescripción de ejercicio en casa.

El compromiso del funcionamiento de los circuitos cognitivos prefrontales de los pacientes con EP afecta la fase inicial del aprendizaje. Torres, Sánchez, Pérez, Betancu, Villamil, Valero, (2017) muestran que esta dificultad se puede contener, haciendo uso de la realidad virtual, a través de la realimentación propioceptiva, de la demanda de atención con tareas duales o claves visuales o auditivas y con motivación (recompensa ante logros). En cuanto al entrenamiento de la marcha, se puede mejorar la velocidad y la longitud de paso, así como la cadencia, estabilidad, ritmicidad y excursión articular. La literatura también reporta que la inestabilidad postural es otro signo que ha sido manejado integrando la realidad virtual en el proceso de rehabilitación. Doná et al. observaron menor área de los límites de estabilidad y mayor área de oscilación del centro de masa en un grupo de pacientes. Del mismo modo, mejoras en la marcha, equilibrio y aptitud cardiopulmonar fueron reportadas en un estudio realizado en Brasil.

En el aprendizaje motor, la duración, la intensidad, la repetición, la variabilidad y la realimentación son claves para conseguir resultados significativos. Torres. et. al. (2017) indican que los estudios en neurociencia computacional han demostrado que la tecnología en realidad virtual ofrece una mayor retroalimentación con respecto a las características del movimiento, como por ejemplo la precisión, la velocidad, el desplazamiento, entre otros, lo cual ayuda a mejorar el aprendizaje motor y la ejecución de tareas en sujetos sanos, comparado con el entrenamiento tradicional.

Los estudios coinciden en la importancia de identificar la relación dosis-respuesta en los programas de entrenamiento motor, dado que el nivel de cambio funcional está influenciado por la variabilidad de las estrategias y la parametrización que se puede generar en el continuo de la realidad a la virtualidad.

La realidad virtual es un área en rápido desarrollo con avances en tecnología que a menudo superan la investigación. Se está acumulando evidencia para respaldar el uso de RV, ya sea solo o además de la atención estándar. Deutsch; Westcott, (2017). La evidencia sigue siendo confusa por el desafío de analizar las simulaciones personalizadas basadas en el laboratorio con los juegos disponibles y los

sistemas híbridos que utilizan hardware estándar con software personalizado. En desarrollo, investigación, traducción de conocimientos y avance de la aplicación, los fisioterapeutas juegan un papel integral en la conformación del proceso. Los fisioterapeutas participan actualmente en todos los aspectos y pueden influir en los tipos de tecnología que se desarrollan para sus clientes, tanto en el desarrollo como en la aplicación.

Bekkers, Bergh, Ginis, Rochester, Hausdorff, Mirelman, Nieuwboer. (2016) No es sorprendente que la tecnología VR se haya propuesto como una herramienta para involucrar a los usuarios en el ejercicio a largo plazo, ya que proporciona capacitación en un entorno desafiante y motivador. Una revisión reciente definió un sentido de control, desafío y éxito como componentes clave para la inmersión y el disfrute de un sistema de realidad virtual (Lewis 2012). Además, al replicar los escenarios de la vida real, la tecnología VR ofrece un mayor potencial para las actividades de transferencia de funciones funcionales.

Otros estudios muestran que hay beneficios en el uso de la realidad virtual espero que no se conoce el origen de dichos beneficios como lo hablan Rose, Nam, Chen (2016) quien descubrieron en su estudio que no se puede describir una correlación distinta entre el aumento de la inmersión y la mejora del rendimiento del usuario / recuperación del motor. Se demostró que una mayor inmersión mejora el rendimiento de la tarea de navegación y la precisión de la tarea, pero también la inestabilidad postural. La movilidad articular tuvo asociaciones tanto positivas como negativas a los crecimientos de inmersión. Además, no se encontró un acuerdo completo entre el disfrute y la adhesión del usuario.

Son muy pocos los estudios que se encuentran evidenciando dificultades con el trabajo de la realidad virtual, uno de ellos es Suarez, et. al. (2011) muestra en su estudio el impacto del control postural y del equilibrio en cambios en la información visual (movimiento) en pacientes con enfermedad de Parkinson. Las habilidades de control postural en estos pacientes están perjudicadas cuando estos son sometidos a un flujo visual constante. Como consecuencia, esto muestra los riesgos de inestabilidad y caídas en espacios

abiertos; lo anterior hace referencia a que se debe escoger de forma acertada la estrategia de uso de la realidad virtual en el trabajo con el Parkinson.

## **MARCO LEGAL**

El marco legal proporcionará bases que determinan el alcance y naturaleza de la participación política y en este caso se realizara énfasis en la normatividad en salud.

**Ley 100 de 1993:** Por medio de la cual se crea el sistema de seguridad social integral; La Seguridad Social Integral es el conjunto de instituciones, normas y procedimientos, de que disponen la persona y la comunidad para gozar de una calidad de vida, mediante el cumplimiento progresivo de los planes y programas que el Estado y la sociedad desarrollen para proporcionar la cobertura integral de las contingencias, especialmente las que menoscaban la salud y la capacidad económica, de los habitantes del territorio nacional, con el fin de lograr el bienestar individual y la integración de la comunidad. Específicamente en salud se encuentra el libro II sistema de seguridad en salud, objeto fundamentos y características del sistema. (ley 100 de 1993, constitución política Colombia).

Ya específicamente en fisioterapia encontramos la **ley 528 de 1999**, por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de fisioterapia, se dictan normas en materia de ética profesional y otras disposiciones. (ley 528 de 1999, constitución política Colombia)

Las anteriores reglamentaciones nos permiten justificar la intervención terapéutica en diferentes campos de acción profesionales, específicamente en la rehabilitación de la función motora en pacientes con párkinson y así mismo, nos incentiva a continuar especializando nuestro conocimiento y a siempre ir de la mano con la innovación en tecnología y en este caso a continuar profundizando en la aplicabilidad de

la realidad virtual en la función motora, desde un área de investigación que permita mejoría en la parte asistencial, logrando el fin último de la rehabilitación que es la calidad de vida de las personas.

## **DEFINICIÓN DE VARIABLES**

- **Realidad virtual:** Es una tecnología que permite la creación de espacios tridimensionales por medio de un ordenador; permite la simulación de la realidad, con la gran ventaja de que podemos introducir en el ambiente virtual los elementos y los eventos que consideremos útiles, según el objetivo que se proponga.
- **Ambiente terapéutico inmersivo:** En el ambiente virtual, el usuario no le es posible diferenciar la realidad de la simulación creada.
- **Ambiente terapéutico semi- inmersivo y no inmersivo:** El usuario puede diferenciar el contexto y los estímulos reales percibidos con facilidad.
- **Realidad aumentada:** Permite modelar el movimiento de las personas y generar retroalimentación visual de las tareas realizadas, el propósito es lograr que el usuario obvие todos los estímulos que indican que la experiencia que se presenta no es real y, así, estimular la anticipación de la respuesta motora frente al estímulo presentado en el escenario virtual.

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **Tipo de estudio**

El presente estudio es de tipo descriptivo transversal, se realizó una revisión documental en la cual se tomaron Ensayos clínicos controlados, Ensayos clínicos controlados aleatorizados y revisiones sistemáticas o metaanálisis, en idiomas como inglés, español y portugués, los cuales exponen como la realidad virtual usada como método de intervención fisioterapéutica en la función motora en los pacientes con Parkinson, entre los años 2010 al 2018.

### **Estrategia de búsqueda**

Se realizó una búsqueda en bases de datos mundiales en salud y fisioterapia, tales como PEDRO, PUBMED, SCIELO, COCHRANE, SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE, SCIENCE DIRECT, OVID las cuales permitieron identificar ensayos clínicos controlados, aleatorizados y revisiones sistemáticas, bajo la estrategia PICOT.

Los términos Mesh, utilizados fueron: *motor learning*, *virtual reality*, *Parkinson*. con conectores booleanos tales como AND y OR.

Los descriptores de ciencias de la salud (DeCS), utilizados fueron: *learning*, *adaptation*, *virtual reality*, *motor control*.

## **Criterios de inclusión y exclusión**

### **Criterios de inclusión:**

- Artículos con fecha de publicación a partir del año 2010.
- Artículos que en su metodología se evidencie estrategias de intervención como método utilizado

la realidad virtual en Parkinson.

- Artículos en revistas indexadas.
- Ensayos aleatorios controlados, ensayos clínicos controlados aleatorizados y revisiones Sistemáticas o meta análisis.

• Artículos científicos que tengan el abordaje terapéutico durante la rehabilitación en cualquier estadio de la enfermedad de Parkinson.

- Artículos full text de libre acceso.

### **Criterios de exclusión:**

• Artículos de investigación que no especifiquen el tipo de realidad virtual usado como método de intervención en pacientes con Parkinson.

• Estudios que vinculen población con antecedentes de problemas neurocognitivos diagnosticados previo al estudio.

• Artículos de investigación que hayan utilizado algún otro método de intervención junto con la realidad virtual para el tratamiento de pacientes con Parkinson.

- Artículos a los cuales no se tiene total acceso

## **Estrategias abstracción de información y análisis de datos**

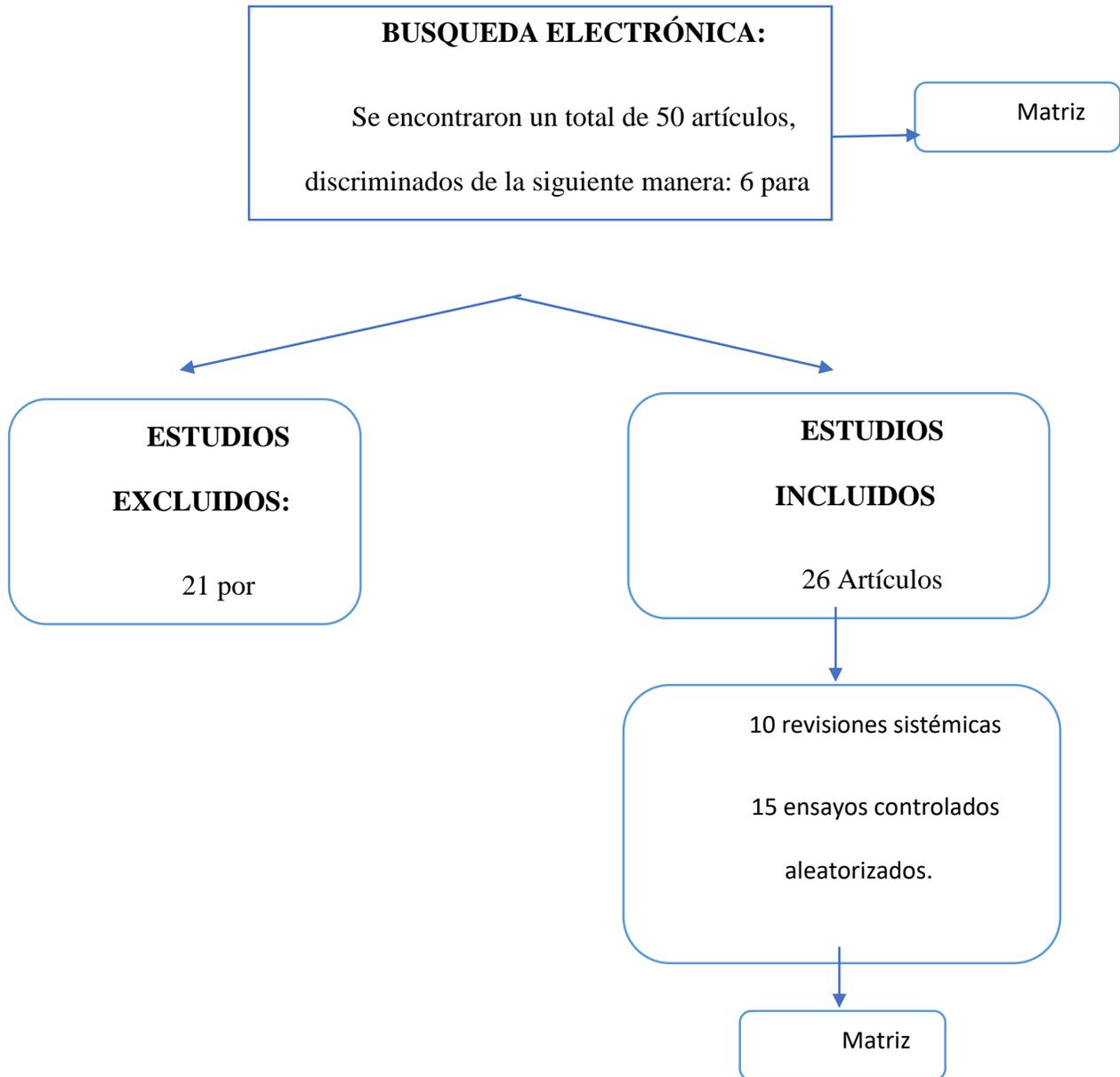
Se realizó una búsqueda electrónica mediante la aplicación de los conectores booleanos relacionados con los términos “*motor learning*”, “*virtual reality*” y *Parkinson*”, con el fin de analizar y sistematizar la información obtenida se llevaron a cabo dos matrices.

**Matriz 1.** Se encontraron un total de 50 artículos, discriminados de la siguiente manera: 6 para Scielo, 26 para ScienceDirect, 10 para PubMed y 8 para Cochrane. De los cuales, por lectura de títulos, resúmenes y filtros en bases de datos, fueron incluidos en la matriz de lectura inicial. (Anexo 1).

**Matriz 2.** La cual contiene una nueva selección de artículos clasificados según los criterios de inclusión, clasificados por el nombre del artículo, el autor, el año, tipo de publicación, país, tipo de artículo, objetivo, resumen, metodología, resultados, conclusiones con un total de 26 artículos, de los cuales se realiza la referencia directa para la lectura y síntesis cualitativa. (Anexo 2).

## **RESULTADOS**

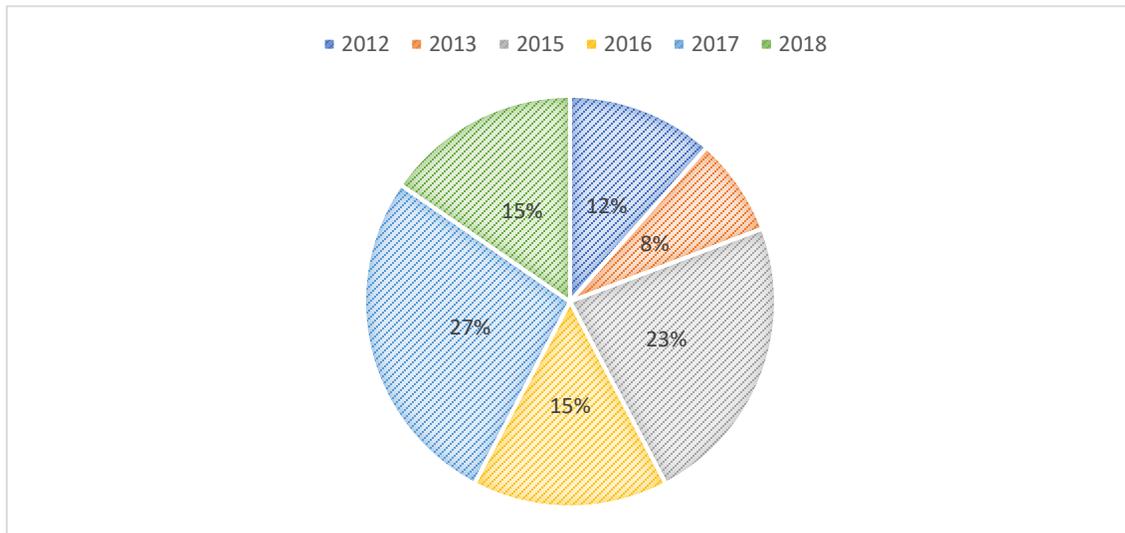
Respecto a los instrumentos desarrollados para el estudio y con el fin de analizar la información, se llevó a cabo el diseño de dos matrices las cuales contiene: nombre del artículo, el autor, el año, tipo de publicación, país, tipo de artículo, objetivo, resumen, metodología, resultados, conclusiones.



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la selección de artículos., en donde se muestra cómo se realizó la elección de artículos para la matriz final.

**Caracterización de los artículos encontrados:**

**Por año de publicación:**



**Figura 2.** Diagrama en donde se evidencia que en el año 2017 con un 27%, fue el año de publicación que predominó en la búsqueda realizada.

**Por tipo de estudio:**



**Figura 3.** Diagrama en donde se evidencia que los ensayos controlados aleatorizados con un 53% fue el tipo de estudio que más se encontró en la búsqueda de artículos.

## **Características de los resultados**

### **Herramientas para la aplicación de la realidad virtual**

De acuerdo con las fuentes bibliográficas consultadas, se pudo evidenciar que la realidad virtual enfocada en la rehabilitación de pacientes con enfermedad de Parkinson se puede llevar a cabo por medio de distintas herramientas tecnológicas, las cuales brindan diferentes estímulos sensoriales que traen consigo beneficios según su uso.

### **Consolas de juego**

Según Tomaz et al. (2017), con el uso del Nintendo Wii se observó una mejora significativa en el equilibrio estático y dinámico del paciente, así como la movilidad global y las capacidades funcionales.

Según Pachoulakis, Papadopoulos y Cleanthe Spanaki (2015), Pompueu et al (2012), los pacientes con enfermedad de Parkinson mejoraron progresivamente su rendimiento en juegos de Wii, en diferentes categorías como juegos de equilibrio, juegos para la marcha estacionaria y juegos para el equilibrio estático; Obteniendo como resultados que dicho entrenamiento motor y cognitivo tuvo un impacto importante en el desempeño independiente de los pacientes en actividades de la vida diaria. También se demostró que el tablero de Wii Balance juega un papel importante en la recuperación de la función motora, la movilidad, la capacidad cognitiva y el equilibrio. Además, los participantes en todos los ensayos basados en el hogar mostraron mejoras en todas las pruebas posteriores al entrenamiento, que respaldan la idea de utilizar la realidad virtual como un método terapéutico basado en el hogar.

Según Liao et al. (2015), el ejercicio de rehabilitar por medio de la realidad virtual, utilizando una herramienta como el Nintendo Wii, mejora las habilidades para caminar de los pacientes con enfermedad de Parkinson, estas mejoras vienen acompañadas con aumentos progresivos de la fuerza muscular y la integración sensorial. Demostró, que el ejercicio con realidad virtual es igual de efectivo al tradicional y que las mejoras mostradas pueden persistir durante al menos 1 mes.

Gandolfi et al. (2017) Realizo una comparación entre rehabilitación del entrenamiento de equilibrio de integración sensorial y realidad virtual por medio de Nintendo Wii, concluyendo que con ambas modalidades de tratamiento se obtuvieron mejoras en la movilidad y dinámica de los pacientes con EP idiopática, aumentando la confianza en la realización de actividades ambulatorias, en la velocidad de la marcha y la calidad de vida. Pero el costo total de la rehabilitación por medio de Wii fue notablemente inferior al del entrenamiento de equilibrio de integración sensorial.

Según Šumec, Filip, Sheardová, y Bareš (2015), el Nintendo Wii muestra mejoras considerables en el equilibrio de los pacientes, en la marcha y en el balanceo postural. La intervención por medio del Wii mostro tener efectos motores y no motores positivos a corto plazo, aumentando así la calidad de vida de los pacientes que padecen enfermedad de Parkinson.

En el mismo artículo se mostraron los efectos positivos del baile en la realidad virtual usando el Nintendo Wii, sobre el equilibrio, la depresión y las actividades de la vida diaria. Al comparar el efecto del entrenamiento basado en Wii con la terapia basada en ejercicios de equilibrio, ambos mostraron una mejora en las actividades de la vida diaria, sin ventajas adicionales en ninguna de las técnicas. Por otro lado plantearon una hipótesis de que los juegos de Kinect Adventures también serían seguros y factibles para las personas con enfermedad de Parkinson, estos mostraron una mejora en múltiples escalas de

equilibrio y andar, y concluyeron que era otra estrategia efectiva para mejorar la estabilidad del paciente, pero los resultados deberán ser confirmados por un estudio a mayor escala.

Según Pedreira et al. (2013), la rehabilitación de pacientes con EP por medio de Nintendo Wii, mejora la calidad de vida a través de aspectos como las capacidades de comunicación, el estigma, las actividades de la vida diaria y el apoyo social. Observó que esta clase de estrategias utilizando realidad virtual para la rehabilitación influye positivamente en el aprendizaje motor y la calidad de los movimientos; además, se observó un alto grado de interactividad de los pacientes durante la ejecución de los juegos de Nintendo Wii, teniendo en cuenta que, la motivación del paciente para la ejecución de tareas es un factor importante para el rendimiento cognitivo, esta misma motivación puede conducir a una mayor adherencia al tratamiento comparado con estudios de terapia física donde no se involucra la realidad virtual.

Según Pompeu et al. (2012), los pacientes que padecen de Parkinson fueron capaces de mejorar su desempeño independiente en la vida diaria, en el equilibrio y la cognición median  te un grupo de tres juegos del Nintendo Wii, que trataban el balance estático, balance dinámico y la marcha estacionaria. Estas mejoras fueron mantenidas hasta 60 días después del final del entrenamiento.

Según Dos Santos et al. (2012), los pacientes con enfermedad de Parkinson aumentan su habilidad motora debido al entrenamiento por medio de juegos de Nintendo Wii, además se demostró que tienen la misma capacidad de aprendizaje y retención en dichos juegos comparados con las personas sanas; Esto teniendo en cuenta que claramente los pacientes con EP tienen un peor desempeño en los juegos.

Según Domínguez Ferraz et al. (2017), no hay manera de garantizar la efectividad del tratamiento con Wii para mejorar el equilibrio en adultos con enfermedad de Parkinson. Sin embargo, los resultados de algunos estudios sugieren que el tratamiento con Nintendo Wii puede ser una terapia alternativa para proporcionar mejoras en aspectos de equilibrio estático, dinámico y funcional. Estos resultados encontrados fueron el efecto del entrenamiento motor combinado con el tratamiento farmacológico.

O'Neil et al. (2018), en su artículo implementa un software llamado VirtualRehab, que es una aplicación que mezcla un monitor de pantalla estándar, un hardware de PC y un Kinect, para supervisar las diferentes actividades motoras. Este sistema contiene 16 juegos diferentes para motricidad gruesa y 7 para motricidad fina. Gracias a este sistema se llegaron a las siguientes conclusiones: No se puede determinar específicamente si la realidad virtual mejora moderadamente la longitud del paso y zancada en pacientes con enfermedad de Parkinson. Además las mejoras que produce con respecto al equilibrio, la marcha y la calidad de vida, son similares a las mejoras producidas con la fisioterapia convencional. Lo que si se pudo comprobar es que la realidad virtual es un complemento adecuado a la fisioterapia, ya que esta provoca que los pacientes se sientan motivados para el entrenamiento físico.

### **Realidad Aumentada**

Según Pedreira et al. (2013), artículos publicados recientemente, resaltan que el uso de gafas de realidad virtual da como resultado mejorías en tareas mayores, en su tiempo de finalización y además se evidenció un rendimiento de la marcha mayor en comparación con pacientes que realizan la rehabilitación sin las gafas.

Rose, Nam, Chen (2018), menciona que Deutsch y su equipo, investigaron el efecto de la retroalimentación háptica de barro y hielo, sobre parámetros como la velocidad de la marcha. Esto demostró que los pacientes que recibieron esta clase de estimulación a las 16 semanas mostraron mejoras en la capacidad motora de las extremidades superiores.

Además, se evidencio que el disfrute de la inmersión virtual es directamente proporcional al rendimiento en la actividad en sí, lo que resulta en una mayor adherencia al tratamiento.

En un estudio de Yelshynna et al. (2015), los pacientes fueron sometidos a diferentes escenas realistas por medio de las gafas “Oculus Rift”, en estas se evaluarán las respuestas de los pacientes a diferentes movimientos inesperados generados virtualmente. Como resultados, no se encontraron cambios significativos en las medidas basadas en el desplazamiento entre pacientes con enfermedad de Parkinson Idiopáticas, en los estados ON y OFF; además la levodopa mejora algunas anormalidades del equilibrio y rigidez, pero empeora circunstancialmente otras como el control de postura.

El HMD es un software desarrollado por Howard. M (2017), que se usa en la cabeza muy similar a las gafas de realidad virtual; Todo el campo de visión se convierte en la pantalla del hardware, además el paciente cuenta con guantes de sensor y una cinta de correr que le permite interactuar con el entorno virtual. Este software es un programa de equilibrio, el cual puede permitir a los pacientes que padecen de Parkinson desarrollar fuerza y marcha. Para la fuerza, el efecto que se observo fue grande y muy significativo estadísticamente, pero se observó una variación notable en los resultados para la marcha. Con respecto al desarrollo del equilibrio motor y el control, los efectos fueron pequeños. Finalmente, en el caso del balance, el efecto no fue significativo.

## **Ordenadores**

Wen- Chieh Yang et al. (2016), desarrolló un sistema de entrenamiento de equilibrio, que permitió a los participantes visualizar el cambio de peso corporal, de esta manera facilitar el aprendizaje del control de cambio de peso. Como resultado obtuvo que, el sistema de entrenamiento de equilibrio, proporcionó una mejora en la atención centrada del aprendizaje. También se observó que gracias a que el software planteaba unos objetivos a cumplir y el paciente recibía una recompensa similar al sistema de los videojuegos, esto deriva en que los pacientes se motiven a la práctica arrojando mayores y mejores resultados. Los resultados vistos en este artículo, indican que el entrenamiento de equilibrio de realidad virtual, podría mejorar el equilibrio y otras tareas relacionadas con efectos de retención y transferencia.

El “Fruit Picking” es un juego para PC desarrollado por Cikajloa et al. (2018), que por medio de un Kinect rastrea los movimientos de cada segmento de las extremidades superiores del cuerpo. Este software tiene como objetivo ejercitar el alcance y el agarre de los pacientes. Al final de cada sesión del juego, el puntaje se definía por cuantas manzanas el paciente lograba recolectar; Posteriormente estos resultados se evaluaron por 3 semanas para determinar los resultados de la investigación.

Los participantes mostraron resultados bastantes significativos en áreas como el cumplimiento rápido de las tareas, disminución del tiempo para escribir una letra, seleccionar objetos pequeños, apilar y mover objetos ligeros y pesados. Además se notó que todos los participantes mejoraron su puntuación significativamente comparando la primera y la última sesión de juego.

Mata, Shine, Naismith y Lewis (2013), crearon como entorno virtual un pasillo recto con puertas estrechas y anchas, así como puertas correderas automáticas, en donde se le pedía al paciente dar un número exacto de pasos antes de llegar a la siguiente puerta; el paciente se encuentra sentado frente a la pantalla con los pies izquierdo y derecho colocados sobre los pedales de respuesta correspondientes que controlaban los movimientos de avance a la izquierda y derecha en la pantalla; se quería averiguar la latencia más larga que se produce al realizar los pasos en pacientes con enfermedad de Parkinson que presentaban marcha congelada, se pudo identificar que no hubo diferencias significativas en la latencia modal de pasos entre el grupo control y el grupo que presentaba marcha congelada, Sin embargo, cuando se le presenta una señal de palabra de color asociada implícitamente con la detención, en este caso "ROJO", los congeladores mostraron un aumento en los tiempos de respuesta con respecto a las características salientes del medio ambiente; así como Geordiades (2016) que desarrollo un estudio con un sistema, el cual consiste en un corredor recto que presenta a personajes en una pantalla de PC. Los pacientes navegaron por el corredor alternando movimientos de flexión/extensión del tobillo izquierdo y derecho en conjunto con unos pedales fijos ubicados a sus pies.

El estudio mostró previamente que las respuestas sensoriales son más largas después de una señal "WALK" y el número de respuestas después de "STOP" para los movimientos de las extremidades inferiores, se correlacionaban con un congelamiento en la marcha, los congeladores fueron más lentos para iniciar la salida del motor, en comparación con los controles en respuesta a una señal "WALK", mientras que la iniciación del motor fue similar entre los controles y los no congeladores; los pacientes con congelamiento en la marcha tardaron más tiempo en ejecutar la parada, en respuesta tanto a las señales simples de "PARADA" como a las señales de parada de carga cognitiva más altas que los que no son congeladores y controles. Este resultado es de relevancia clínica ya que las alteraciones de la marcha experimentadas por los pacientes con Enfermedad de Parkinson pueden mejorarse a través de estrategias de entrenamiento cognitivo dirigidas a las deficiencias en las redes frontostriatales.

Con respecto al área de rehabilitación motora virtual, Palacios, Pérez y García (2016), realizaron un estudio donde se estimulaba a los pacientes con señales visuales en el piso, señales auditivas y señales vibratorias. Concluyendo que los pacientes mostraron mejoras en la longitud de la zancada y la velocidad al caminar; y que los aspectos visuales, auditivos y somato- sensoriales pueden mejorar la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson. Incluso se pudo observar que las indicaciones bajo demanda al parecer son más efectivas para reducir la duración de episodios de congelación que las indicaciones continuas.

Sentenciaron que a pesar de que el entorno virtual puede ser bien tolerado y atractivo para los pacientes, también pueden sufrir una pérdida de atención, por lo que se hace necesario seleccionar adecuados modos de operación dentro del programa de realidad virtual.

### **Eventos adversos frente al uso de la realidad virtual**

En los distintos artículos revisados y analizados anteriormente, se evidenció la aplicabilidad y el aporte de la realidad virtual a la mejora de la función motora de los pacientes con Parkinson, pero se encontraron de igual manera eventos adversos que se pueden presentar. Kim, Nora y Finley (2017) en su estudio explicaron que en el respectivo descanso luego de cada sesión de caminadora con un entorno de realidad virtual, se realizaba una lista de verificación de síntomas cortos para informar cualquier síntoma de la enfermedad del simulador como ella lo hace llamar. La enfermedad del simulador es uno de los efectos secundarios más comunes del uso de la realidad virtual, causando síntomas como náuseas, molestias oculo- motoras, desorientación y desequilibrio postural.

Por otro lado Giovanni Alban et al (2015), explica que en la mayoría de las metodologías de realidad virtual utilizadas en los programas de rehabilitación para la enfermedad de Parkinson, no son sistemas inmersivos lo que reducen en gran medida el sentido de presencia, lo que puede considerarse un desencadenante de efectos no deseados, especialmente los relacionados con el sistema visual. Esta sensación de presencia, que en sujetos adultos está modulada por el bucle del sistema visual córtex prefrontal, está estrictamente influenciada por la sofisticación del software utilizado, lo que conlleva al desequilibrio de la percepción externa y la producción de imagen interna según el modelo de intrusión de imágenes oníricas, un déficit en el monitoreo de la realidad, o una interrupción del procesamiento a través de las redes de atención produciendo alucinaciones.

Morel, Bideau, Lardy, Kulpa (2012) explica que la realidad virtual tiene algunas limitaciones principales como en la latencia, es decir el retraso entre las acciones del paciente sumergido con dispositivos de entrada y la reacción del entorno virtual, por lo que al cambio de estímulos presenta un conflicto sensorial que puede provocar náuseas o caídas. Además cuando se trata de mirar tiempos de reacción, o la adaptación postural anticipada de un paciente, los sensores equipados en el paciente deben sincronizarse con los del juego o programa, lo que tecnológicamente es difícil ya que la reacción del paciente se agrega al retraso entre el cálculo de la pelota y la percepción del estímulo visual. La latencia debe tenerse en cuenta cuando los resultados deben compararse con datos reales.

## **DISCUSIÓN**

La aplicabilidad de la realidad virtual para la intervención de la función motora de pacientes con Parkinson se refleja por medio del uso de diferentes herramientas tecnológicas, como las consolas, los ordenadores y los aparatos para la realidad aumentada.

Comparando los resultados obtenidos en cada una de estas, podemos encontrar efectos similares en el equilibrio, la marcha, la calidad de vida, la función motora, cognitiva y la motivación; Obteniendo mejoras importantes y superiores a las obtenidas con técnicas de rehabilitación tradicional.

Sin embargo, en áreas como la marcha, el balance y el control postural, los resultados no fueron los esperados, sino más bien similares a las técnicas de fisioterapia tradicional.

Según Monteiro Junior y Bezerra da Silva (2012) la rehabilitación virtual es una técnica útil para la recuperación de la función motora y del equilibrio corporal en personas con compromiso neuromotor. Sin embargo insiste en la necesidad de avances en este campo de investigación, ya que a pesar de que los resultados parecen superiores, los mismos no están sustentados con suficientes pruebas estadísticas, por lo que no se puede demostrar la superioridad de la intervención con realidad virtual con respecto a la tradicional y viceversa.

Por otro lado Howard. M (2017) concluye en su meta análisis que el impacto real de los programas de realidad virtual son a través de las mejoras en la motivación del paciente, por tal motivo, es fácil predecir los efectos de la realidad virtual dependiendo de las teorías de motivación que se apliquen, ya que los pacientes generalmente consideran que las interacciones con los programas de realidad virtual son gratificantes, mientras que con los programas de rehabilitación tradicional las mejoras pueden ser inexistentes.

Howard. M hace especial énfasis en que actualmente no es prioridad demostrar los beneficios proporcionados por un programa de realidad virtual frente a la función motora debido a que ya no es

novedoso y además esto en sí, no mejora nuestra comprensión de los programas de realidad virtual; Si no que las investigaciones se deben enfocar en demostrar la causa del éxito, teniendo como premisa principal las teorías de motivación, y así lograr hacer predicciones sobre el efecto de las emociones en los pacientes y su disfrute de los mismos.

Si las investigaciones logran demostrar el vínculo entre la eficiencia del paciente y su motivación, se podrían llegar a identificar las vías neurológicas relevantes y trabajar en base a ellas para potenciar los resultados de la intervención con realidad virtual.

De igual manera Morel, Bideau, Lardy, Kulpa (2012) destaca la cantidad infinita de configuraciones con las que se pueden adaptar los entornos de realidad virtual, lo que conlleva a una evaluación cada vez más precisa de cada paciente, por lo que se podrán adaptar terapias cada vez más efectivas. Él espera que las investigaciones vayan mucho más allá para evaluar los sistemas de realidad virtual más complejos y así poder agregar comentarios en tiempo real que puedan complementar las sesiones. Sin embargo es consiente que esto requiere habilidades de ingeniería, por lo que investigaciones con enfoque multidisciplinario es lo que proporcionara nuevos estudios prometedores e innovadores.

Todo lo anterior permite comprender que la realidad virtual es una estrategia de intervención que permite encontrar mejoría en alteraciones generadas por el Parkinson; sin embargo sus resultados están basados en la motivación e innovación de la terapia, pero esta no reemplaza una terapia tradicional sino que la complementa; por otro lado a pesar de que los beneficios son evidentes se necesita mayores investigaciones en el área y más con población nativa, que permita generar mayor intervención a nivel nacional, continuando así a la vanguardia del avance de la tecnología para el manejo de la rehabilitación mundial.

## **CONCLUSIONES**

De esta revisión bibliográfica se puede concluir que la mayoría de los estudios relacionados con la aplicación de realidad virtual en pacientes con enfermedad de Parkinson, indicaron que la realidad virtual afectó positivamente aspectos como el tiempo de movimiento, el equilibrio, la marcha, la función motora y cognitiva.

Es de gran importancia el grado de motivación del paciente, ya que si es alto esto deriva en mayor adherencia a la terapia y por ende las mejoras en la función motora son más evidentes.

A pesar de que la realidad virtual es una técnica reciente con mucho campo investigativo por cubrir, se pudieron encontrar artículos con resultados contundentes, con niveles buenos de evidencia para sustentar lo expuesto en esta revisión.

Realizar investigaciones con una muestra proporcional de un grupo demográfico definido, con escalas confiables y validas, de igual manera explicar detalladamente la intervención realizada, y así lograr sustentar científicamente nuestro quehacer fisioterapéutico.

El costo total de la rehabilitación por medio de herramientas como en Nintendo Wii y el Xbox Kinect es bajo, por lo que se considera una opción viable para realizar sesiones en el hogar y así reforzar las sesiones trabajadas con el fisioterapeuta.

Se requiere mayores investigaciones con población nativa, con el fin de lograr generar protocolos o guías de manejo para la implementación de dicha intervención a nivel nacional; logrando mayor control de la sintomatología en pacientes con Parkinson.



## REFERENCIAS

- Ariza, L.M., Guerrero, V. J., Ortiz, P., & Moreno, L. C. (2016). Caracterización de pacientes con enfermedad de Parkinson en un centro de referencia de la ciudad de Bogotá, Colombia. *Acta neurológica de Colombia*, 32(3), 203 – 208. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/anco/v32n3/v32n3a04.pdf>
- Abbruzzese, G., Marchese, R., Avanzino, L., & Pelosin, E. (2016). Rehabilitation for parkinson's disease: current Outlook and future challenges. *Parkinsonism and Related Disorders*. 22, S60 – S64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.09.005>
- Abril M., Falguera T., Garreta R.(2004). Enfermedades neurodegenerativas. Rehabilitación. 38:318-24. Recuperado de <http://www.elsevier.es/en-revista-rehabilitacion-120-articulo-enfermedades-neurodegenerativas-S0048712004734878>
- Aviñó, C., Farret M., Maneiro I., Clemente B. (2007). Neurorrehabilitación en la enfermedad de Parkinson. *Neurol Supl*. 3(7):22-29. Recuperado de <https://www.ssibe.cat/documents/e132.pdf>
- Deutsch, E., Westcott, S. (2017). Virtual Reality and Serious Games in Neurorehabilitation of Children and Adults: Prevention, Plasticity, and Participation. *Pediatric Physical Therapy*. 29:S23–S36.
- Ferreira, C., Gomes, O., Carneiro, D., Pereira, F., Damasceno, T., Graças, M., Buarque, S., Araújo, J. (2015). Efeitos do tratamento com realidade virtual não imersiva na qualidade de vida de indivíduos com Parkinson. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. 18(1):49-58. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/1809-9823.2015.14004>.
- Fidias, E., León, S. E., Bayona, P. J. (2009). Neurorrehabilitación la otra revolución del siglo XVI. *Acta médica Colombiana*, 34(2), 88 – 92. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1631/163113828006/>
- Guadalupe, C. (12 de abril 2018). Parkinson, un mal en aumento, según OMS. *El universo*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/vida/2018/04/12/nota/6709279/parkinson-mal-aumento>

Howard M.C. (2017). A meta-analysis and systematic literature review of virtual reality rehabilitation programs. *Computers in Human Behavior*, 70, 317-327. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.013>

Ley 100. Congreso de la republica de Colombia, Bogota, diciembre 23 1993.

Ley 528. Congreso de la republica de Colombia, Bogota, septiembre 14 de 1999

Mejía, M. F. (2 mayo 2016). ¿Por qué es importante implementar la realidad virtual en la salud? *Reporte digital*. Recuperado de <https://reportedigital.com/iot/importante-implementar-realidad-virtual-salud/>

Serene, S. , Leland E., Daniel S. (2018). Motor learning in people with Parkinson's disease: Implications for fall prevention across the disease spectrum. *Marcha y postura*. 61 (2018) 311–319. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.01.026>

Suarez, H. Geisinger, D., Enrique D., Nogueira, S., Arocena, S., Roman, C., Suarez, A. (2011) Balance in Parkinson's disease patients changing the visual input. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 77(5):651-5. Recuperado de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-86942011000500019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-86942011000500019)

Rodrigues, M., Zeigelboim, B., Ghizoni, H., Barbosa G., Fonseca, V. (2018). Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study. *Arquivos de neuro-psiquiatria*. 76(2):78-84. Recuperado de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004282X2018000200078&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004282X2018000200078&lng=en&tlng=en)

Robles, V., Corral, Y., Espinosa, N., García, C., Sanmartín, G., Flores, J., Cudeiro, J., Arias, P. Effects of movement imitation training in Parkinson's disease: A virtual reality pilot study. (2016) *Parkinsonism and Related Disorders*. 26, 17e23. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.02.022>

Rose, T., Nam, C., Chen, K.(2018) Immersion of virtual reality for rehabilitation – Review. *Applied Ergonomics*. 69. 153–161. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.01.009>

Torres, M., Sánchez, J., Pérez, A., Betancur, E., Villamil, J., Valero, K. (2018). Entrenamiento motor en el continuo de la realidad a la virtualidad. *Revista facultad de medicina*. Vol. 65 No. 4: 117-23. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.59834>

Yang, W., Wang, H., Wu, R., Lo c, C., Lin, K. (2016). Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson’s disease: A randomized controlled trial. *Journal of the Formosan Medical Association*. 115, 734e743. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2015.07.012>

Yelshynaa, D.,Gago, M., Vítor,E.,Gagoa, N., Costaa, L.,Silvaa H., Lurdes, M. Rochaa, L., Sousac,N.(2016). Compensatory postural adjustments in Parkinson’s disease assessed via a virtual reality environment. *Behavioural Brain Research*. 296. 384–392. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.08.017>

Tomaz, N., Rocha L.,Souza P.,Scianni A., Coelho de Morais C.,(2018). Effectiveness of Nintendo Wii in functional and health outcomes of individuals with Parkinson’s disease: a systematic review. *Fisioterapia e Pesquisa* pp.100-106. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/1809-2950/17131825012018>.

Dominguez, D.,Trippo K.,Dominguez A.,Santos A., Oliveira J.,(2017) Nintendo Wii training on postural balance and mobility rehabilitation of adults with Parkinson's disease: a systematic review. *Fisioterapia em Movimento*.vol.30. recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5918.030.S01.AR07>

Pompeu, J., Mendes, F., Guedes da Silva,K., Modenesi, A., Oliveira, T., Peterson, A., Pimentel,,E. (2012). Effect of Nintendo Wii-based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson’s disease: A randomised clinical trial. *Physiotherapy* 98, 196–204. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2012.06.004>

Morel, M., Bideau, B., Lardy, J., Kulpa, R., (2015). Advantages and limitations of virtual reality for balance assessment and rehabilitation.; *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 45, 313-326. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucli.2015.09.007>

Dockx, K., Bekkers, E., Van den Bergh, V., Ginis, P., Rochester, L., Hausdorff, JM., Mirelman, A., Nieuwboer, A., (2016). Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease (Review). *The Cochrane Collaboration*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD010760.pub2>

Mendes, F., Pompeu, J., Modenesi, A., Guedes da Silva, K., Oliveira, T., Zomignani, P., Pimentel, M., (2012). Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease – effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. *Physiotherapy* 98, 217–223. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2012.06.001>

Gandolfi, M., Geroin, C., Dimitrova, E., Boldrini, P., Waldner, A., Bonadiman, S., Picelli, A., Regazzo, S., Stirbu, E., Primon, D., Bosello, C., Gravina, AR., Peron, L., Trevisan, M., Garcia, A., Menel, A., Bloccari, L., Vale, N., Saltuari, L., Tinazzi, M., Smania, N., (2017). Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized, Controlled Trial. *BioMed Research International* 11 pages. Recuperado de <https://doi.org/10.1155/2017/7962826>

Yelshyana, D., Gago, M., Bicho, E., Fernandes, V., Gago, N., Costaa, L., Silvaa, H., Rodrigues M., Rocha, L., Sousa, N., (2016). Compensatory postural adjustments in Parkinson's disease assessed via a virtual reality environment. *Behavioural Brain Research*; 296, 384–392. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.08.017>

Cikajloa, I., Hukić, A., Dolinšek, I., Zajca, D., Vesela, M., Krizmanič, T., Blažičab, B., Biasizzob, A., Novakb, F., Peterlin K., (2018). Can telerehabilitation games lead to functional improvement of upper extremities in individuals with Parkinson's disease?. *International Journal of Rehabilitation Research*. 41(3): 230–238. Recuperado de doi: [10.1097/MRR.0000000000000291]

