



UNIVERSIDAD  
NACIONAL

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO NEGRO  
SEDE ATLÁNTICA**

**Licenciatura en Kinesiología y Fisiatria.**

**Trabajo Final de Carrera.**

**EL USO DE LA REALIDAD VIRTUAL COMO HERRAMIENTA TERAPÉUTICA  
PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO Y LA MARCHA EN PACIENTES CON  
ENFERMEDAD DE PARKINSON: REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

**Estudiante: Rosa Johana Castillo Herrera**

**Director: Dra. Silvina Goñi**

**Año: 2023.**

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios, por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante en cada etapa de mi vida, por bendecirme con una familia pequeña pero que siempre estuvo para apoyarme en todo momento.

A mi mamá Blanca por no darse por vencida nunca, por brindarme su amor inmenso cada día y apoyarme siempre. Su fuerza y amor que me han dirigido por el camino de bien.

Agradezco a Dios por mi compañero Emanuel que lo traje en el momento correcto para acompañarme en esta etapa, por estar al lado mío con un mate o un café mientras estudiaba, por abrazarme y secar mis lágrimas siempre y decirme que sí podía hacerlo.

A mis amigas de universidad que han hecho de este camino más lindo y divertido. Por apoyarme en el último año donde sentía que no podía más.

A la Universidad Pública y a cada profesor, que nos enseñan y ayudan a crecer y superarnos, formándonos no solo como profesionales, sino también como personas.

A mis profesores y profesionales en la salud que me apoyaron y formaron parte de este trabajo final de carrera haciéndolo posible.

*“No temas ni te desalientes, porque el propio Señor irá delante de ti. El estará contigo; no te fallará ni te abandonará”*

*Deuteronomio 31:8*

## ÍNDICE

<b>Resumen.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Marco teórico:.....</b>	<b>8</b>
2.1. Enfermedad del parkinson: Definición.....	8
2.2. Clínica.....	8
2.2.1. Síntomas Motores.....	8
2.2.2. Rigidez o hipertonía extrapiramidal:.....	8
2.2.3. Acinesia:.....	9
2.2.4. El temblor:.....	9
2.2.5. Trastornos posturales:.....	9
2.2.6. Equilibrio corporal.....	10
2.2.7. Marcha:.....	12
2.3. Síntomas no motores.....	12
2.3.1. Trastorno del sueño.....	13
2.3.2. Depresión.....	13
2.4. Evaluación y Diagnóstico.....	13
2.4.1. Clasificación en cuanto a la escala de Hoehn y Yahr para la progresión de la EP.....	14
2.5. Tratamiento de la Enfermedad de Parkinson.....	14
2.5.1. Kinesiología en la EP.....	15
2.6. Realidad Virtual.....	17
2.6.1. Entornos o ambientes virtuales.....	17
2.6.2. Videojuegos.....	18
2.7. Realidad Virtual en Kinesiología.....	19
2.7. Aprendizaje motor.....	20
2.8. Neuroplasticidad.....	21
2.9. Beneficios de la Realidad Virtual.....	21

<b>3. Marco metodológico.....</b>	<b>23</b>
3.1. Tema de investigación.....	23
3.2. Indicación de problema e hipótesis.....	23
3.3. Objetivos.....	23
3.3.1. Objetivo general.....	23
3.3.2. Objetivos específicos.....	23
3.4. Metodología.....	23
3.5. Motores de búsqueda.....	24
3.6. Selección de artículos.....	24
3.6.1. Criterios de inclusión.....	24
3.6.2. Criterios de exclusión.....	24
3.7. Estrategia de búsqueda.....	25
<b>4. Resultados.....</b>	<b>26</b>
<b>5. Discusión.....</b>	<b>36</b>
<b>6. Conclusión.....</b>	<b>40</b>
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>42</b>

## Resumen.

La Enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo crónico caracterizado por la degeneración progresiva de las neuronas dopaminérgicas en el sistema nervioso central. En los últimos años, ha habido un creciente interés en el uso de realidad virtual (RV) como una herramienta terapéutica potencial para abordar los déficits de equilibrio y marcha en pacientes con EP. La RV ofrece un entorno simulado que permite a los pacientes participar en actividades específicas diseñadas para mejorar su función motora, proporcionando retroalimentación visual y auditiva en tiempo real para guiar y mejorar el rendimiento del paciente.

**Objetivo:** Describir y analizar la evidencia disponible en la literatura científica para determinar la eficacia, seguridad y factibilidad de la RV como una herramienta innovadora en la rehabilitación del equilibrio y marcha en pacientes con EP.

**Metodología:** Se utilizaron diferentes bases de datos Google académico, Pubmed, Sociedad académica de neurología, Elsevier, Scielo, PEDro y se seleccionaron diferentes artículos de investigación entre el año 2017 y 2023 que cumplieron con los diferentes criterios de inclusión y exclusión del presente trabajo final de carrera. Al examinar los estudios existentes, se buscó identificar las mejores prácticas, los enfoques más efectivos y las posibles limitaciones de la RV como herramienta terapéutica. Al proporcionar una visión actualizada y basada en evidencia sobre el uso de la RV en la rehabilitación de la EP. En esta revisión sistemática, se describe y analiza la evidencia disponible en la literatura científica para determinar la eficacia, seguridad y factibilidad de la RV como una herramienta innovadora en la rehabilitación del equilibrio y marcha en pacientes con EP.

**Conclusión:** La RV tiene un papel prometedor como herramienta terapéutica en la rehabilitación del equilibrio y la marcha en pacientes con EP. Sin embargo, se necesitan más investigaciones y esfuerzos colaborativos para optimizar su implementación en el área de la Kinesiólogía y maximizar su impacto en la mejora de la función motora y la calidad de vida en esta población de pacientes.

**Palabras claves:** Realidad Virtual - Enfermedad de Parkinson - Equilibrio - Marcha.

## 1. Introducción.

El presente trabajo final de carrera de la Licenciatura en Kinesiología de la Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica propone investigar “ El uso de la Realidad Virtual como herramienta terapéutica e innovadora para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con Enfermedad de Parkinson”.

Enfocándonos en el tema central de esta investigación, la Enfermedad del Parkinson -en adelante EP- se manifiesta como una compleja enfermedad neurodegenerativa que emerge en la edad adulta, asociada con la pérdida o destrucción de neuronas dopaminérgicas en regiones específicas del cerebro (Velastegui, 2021). Por tanto, la EP se caracteriza por una combinación de síntomas motores y no motores en los cuales se incluyen: pérdidas de habilidades motoras, la hipertonía o rigidez extrapiramidal, temblor en reposo y alteraciones posturales (Xhardez, 2002, p. 335). Además Vallejo et al., (2020) menciona que el proceso degenerativo da lugar a otras manifestaciones no motores, como deterioro cognitivo, depresión, sueño ligero, trastornos del comportamiento del sueño con movimientos oculares rápidos, somnolencia en horas del día, hiposmia y dolor. Estos síntomas varían en cada persona, haciendo que la EP sea una condición clínicamente heterogénea.

La importancia de los problemas de equilibrio y postura en los pacientes con EP es fundamental, ya que afectan directamente su calidad de vida. El deterioro del equilibrio no solo impacta en la marcha y la funcionalidad, sino que también aumenta el riesgo de caídas.

Desde una perspectiva epidemiológica y en base a lo expuesto por Vallejo et al., (2020) la EP se considera la segunda enfermedad neurodegenerativa más común, siendo la principal causa de discapacidad neurológica. Según The Lancet Neurology citado por Vallejo et al., (2020) la incidencia de la EP se ha más que duplicado en los últimos 26 años, el estudio abarca varias regiones geográficas alrededor del mundo, donde detalla un aumento de 2,1 millones en 1960 a 6,1 millones de casos en 2016.

Actualmente, los tratamientos se centran en la sintomatología, la kinesiología y rehabilitación se presentan como áreas clave para mejorar las funciones motoras y ralentizar el progreso de los síntomas de la EP (Vallejo et al., 2020)

Rojas y Adalid (2022) plantean la necesidad de abordar al paciente con EP

por medio del tratamiento de kinesiología en combinación con fármacos e intervenciones quirúrgicas. Numerosos estudios ponen énfasis en realizar ejercicios de manera constante para combatir el progreso de la EP y la kinesiología tiene un enfoque en lograr la independencia del paciente con EP a través de estrategias de movimiento cognitivo y ejercicios, basados en el desplazamiento, la postura, la función de los miembros superiores, el equilibrio, la marcha, resistencia y fuerza progresiva, entre otras estrategias.

Por lo tanto, hablamos de una enfermedad crónica y progresiva que en la actualidad carece de tratamientos curativos y forma parte de uno de los trastornos neurológicos de mayor impacto en la calidad de vida de los pacientes y no tan solo al paciente sino también de sus familiares y su entorno social (Morales, et al., 2018). Por consiguiente, este grupo de personas ocupa un lugar destacado en las problemáticas de la salud pública y familiar.

Sin embargo, la novedad surge con el avance tecnológico de la Realidad Virtual -en adelante RV-, que se postula como una herramienta terapéutica prometedora dentro de un entorno seguro y controlado (Martinez, 2018, p. 1). Según Rojas y Adalid (2022) la RV proporcionará a los pacientes una motivación, sensación de dominio, superación y avance, aspectos que son fundamentales para poder fomentar la constancia en el tratamiento a largo plazo. Es por esto que estudios recientes como el de Rojas y Adalid (2022) han demostrado que la RV tiene efectos positivos sobre diversos síntomas motores mencionados anteriormente: la marcha, el equilibrio, la postura, la movilidad corporal y la destreza para manipular objetos, que afectan en gran medida la calidad de vida de los pacientes.

Por su parte, la kinesiología es el método tradicional o convencional de elección para abordar a los pacientes con EP, pero la RV como herramienta terapéutica aparenta ser prometedora para brindar una terapia atractiva y enriquecedora, capaz de mejorar las capacidades motoras de los pacientes con EP (Rojas y Adalid, 2022, p. 3).

Es por lo expuesto previamente, que la finalidad de este trabajo es explorar las evidencias existentes de “El uso de la RV como herramienta terapéutica e innovadora para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con Enfermedad de

Parkinson” y ofrecer una alternativa segura y efectiva para abordar q los pacientes con EP.

## **2. Marco teórico:**

### **2.1. Enfermedad del parkinson: Definición.**

La EP es definida por Vallejo et al., (2020) como una enfermedad neurodegenerativa crónica que generalmente comienza en la edad adulta y es la segunda enfermedad neurodegenerativa más común después de la enfermedad de Alzheimer.

En su estudio, Ariza et al., (2016) considera que la EP tiene causas multifactoriales, genética en un 10% de los casos y medioambiental hasta en un 90%, ocasionando cambios imagenológicos localizados en la sustancia nigra y en el mesencéfalo. En cuanto a su base anatomopatológica Vallejo et al., (2020) la caracteriza por la muerte temprana de las neuronas dopaminérgicas en la sustancia nigra pars compacta, la acumulacion de cuerpos de Lewy en el mesencéfalo y a medida que progresa la enfermedad, también se ven afectadas la estructuras espinales, el sistema límbico, el cerebro anterior y el neocórtex.

### **2.2. Clínica.**

La EP se caracteriza principalmente por síntomas motores y síntomas no motores que son significativos para los pacientes con EP.

#### **2.2.1. Síntomas Motores**

Entre los síntomas más evidentes y de mayor incapacidad Xhardez (2002) menciona la rigidez, acinesia, temblor y trastornos posturales, con el avance de la enfermedad, los pacientes experimentan principalmente una progresiva afectación en la coordinación y el equilibrio, lo que conlleva a alteraciones en la marcha y una disminución en el control postural. Este deterioro aumenta el riesgo de caídas en los pacientes.

#### **2.2.2. Rigidez o hipertonía extrapiramidal:**

Conforme a lo descrito por Xhardez (2002) se entiende por rigidez al aumento permanente del tono muscular en reposo, que se detecta durante la movilización

pasiva de los miembros o de la columna cervical. La movilización pasiva de las articulaciones hace aparecer una resistencia homogénea, llamada el tubo de plomo (rigidez plástica), o que cede en pequeños tramos (fenómeno de la rueda dentada). Según Kulisevsky et al., (2018) la rigidez es responsable de contracturas que se generan principalmente a nivel de la columna vertebral y zonas proximales de los miembros y de la postura característica de los pacientes con EP: leve flexión, aducción de los miembros inferiores y de los miembros superiores, raquis flexionado y actitud en “cuello de ciervo”.

### 2.2.3. Acinesia:

La acinesia se traduce como la pérdida de la motricidad automática que tiene como consecuencia la desorganización de los movimientos complejos como darse vuelta en la cama o levantarse de una silla (Xhardez, 2002, p. 335). Este síntoma junto con la rigidez hace que las tareas simples como escribir, vestirse, abrocharse prendas sean imposibles, por lo cual, Kulisevsky et al., (2018) lo considera como uno de los síntomas más incapacitantes de la enfermedad donde se produce un enlentecimiento progresivo de los movimientos voluntarios.

Tomando como referencia a Xhardez (2002) bajo el nombre de acinesia se incluyen diferentes tipos:

- Acinesia propiamente dicha: es el defecto de iniciación del movimiento.
- Bradicinesia: es la lentificación del movimiento.

### 2.2.4. El temblor:

El temblor es uno de los síntomas más evidentes. La EP comienza con un temblor en reposo que puede disminuir con el movimiento. Con la progresión de la EP, se desarrollan temblores durante la acción y el mantenimiento de la postura (Xhardez, 2002, p. 336). El temblor afecta principalmente a manos y pies, aunque también afecta con frecuencia a los músculos de la cara (labios, mueca de conejo) la mandíbula y los músculos de la lengua (Kulisevsky et al., 2018, p. 3).

### 2.2.5. Trastornos posturales:

La postura según Rodríguez (2021) es aquella en la que se consigue una distribución de la masa corporal y el equilibrio postural es el que se encarga de

proporcionar la estabilidad adecuada en el momento que el cuerpo cambia de posiciones o en determinados movimientos como sentarse, pararse o caminar.

La mayoría de los pacientes experimentan inestabilidad postural, lo que les dificulta levantarse y caminar. Por lo tanto, al caminar, la cabeza y el tronco pueden moverse de forma descoordinada con los pies, aumentando así el riesgo de caídas (Kulisevsky, et al, 2018. p. 4)

#### 2.2.6. Equilibrio corporal

El equilibrio se define como el balance entre el centro de masa y la línea media para mantener al cuerpo dentro de la base de sustentación o apoyo ante las diferentes fuerzas que perturban el cuerpo ante un movimiento o en un estado estático (Oregon, 2021, p. 32).

El equilibrio corporal es responsables de la estática y la dinámica, Yang et al., (2016) observa en su estudio que a medida que progresa la EP se visualiza un deterioro progresivo del equilibrio estático y dinámico, y de la función de caminar, debido a daños que se producen en la corteza motora, generando atrofia muscular que debilita los miembros inferiores y vuelve al paciente más inestable.

En su estudio Oregon (2021) divide al equilibrio en dos tipos:

- Equilibrio estático: este tipo de equilibrio tiene la capacidad perceptiva motor de mantener el control postural sin desplazamiento, a través de un ajuste postural antigravitatorio.
- Equilibrio dinámico: es la facultad de tener una postura adecuada durante una actividad como, las cotidianas que realizamos durante el día.

Por otro lado Canon de la Cuerda et al., (2017) menciona la importancia de realizar escalas de valoración para documentar el estado del equilibrio y los cambios que se producen con las diferentes intervenciones, destaca las siguientes:

- Activities of Balance Confidence (ABC): Evalúa la autopercepción de la confianza en el equilibrio al intentar realizar 16 actividades de la vida diaria. La puntuación inferior al 68% indica alteración del equilibrio.
- Prueba de equilibrio o marcha de Tinetti: es la escala de equilibrio más utilizada entre las personas mayores. Cuenta con 16 ítems divididos en dos secciones: 9 para equilibrio y 7 para la marcha con puntuación

máxima de 16 y 12, respectivamente; la puntuación total es de 28 puntos. Las personas que obtienen de 19 a 24 puntos han demostrado tener un moderado riesgo de caída, mientras que quienes obtienen una puntuación inferior a 19 puntos tienen un alto riesgo de caídas.

- Berg Balance Scale (BBS): contraste con la prueba de Tinetti, su fiabilidad es excelente, pero su sensibilidad es moderada. Las puntuaciones superiores a 45, sobre un total de 56, se relacionan con un riesgo bajo de caídas.
- Timed up and Go Test (TUG): es la prueba más breve y más fiable, ya que utiliza un cronómetro en lugar de escalas de calificación. Ha demostrado ser útil para predecir el riesgo de caídas en personas mayores, su duración se correlaciona con la gravedad en la EP y es sensible a la intervención terapéutica.
- On-leg Stance Duration: el equilibrio sobre una sola pierna con los ojos cerrados es demasiado difícil y variable y por eso suele utilizarse la versión con los ojos abiertos. Presenta una excelente fiabilidad, si bien sólo evalúa el equilibrio estático.
- Functional Reach Test: fue desarrollado para evaluar los límites máximos de estabilidad en bipedestación.
- Balance Evaluation System Test (BESTest): señala 6 sistemas diferentes de control de equilibrio: restricciones biomecánicas, límites de estabilidad/ verticalidad, ajustes posturales anticipatorios, respuestas posturales, orientación sensorial y estabilidad en la marcha.
- Physiological Profile Approach: implica una serie sencilla de visión, sensación cutánea, fuerza muscular de las piernas, tiempo de reacción y oscilación postural en bipedestación.

Dentro de las escalas de valoración mencionadas recientemente, las más utilizados son: Activities of Balance Confidence (ABC), Prueba de equilibrio o marcha de Tinetti, Berg Balance Scale (BBS), Timed up and Go Test (TUG), Balance Evaluation System Test (BESTest).

### 2.2.7. Marcha:

Una característica importante de nuestra independencia es la marcha, según Canon de la Cuerda et al., (2017) la marcha, es una actividad motora fundamental que implica una sucesión de pasos y movimientos coordinados que dependen de la integridad y relación adecuada entre la postura y la locomoción. Cualquier alteración en estos sistemas afecta significativamente la independencia y calidad de vida de las personas.

En las personas con EP la marcha se caracteriza por la dificultad en la iniciación (congelamiento), los pasos cortos pero con aceleración (festinación), tronco inclinado hacia adelante, la cabeza por delante el cuerpo, los giros en bloque y la escasez de movimientos automáticos como el braceo (Gonzales 2017, p.4). Sin embargo, Canon de la Cuerda et al., (2017) menciona que el síntoma más discapacitante es el denominado freezing o bloqueo en la marcha, los pacientes refieren la sensación de tener los pies pegados al suelo que ocurre con más frecuencia al inicio de la marcha, lo que resulta en caídas frecuentes alterando su calidad de vida.

Este proceso de equilibrio, coordinación y marcha según Oregon (2021) se debe a la integración de tres sistemas el sistema visual que proporciona la estabilización del balanceo del cuerpo coordinado por el cerebelo, sistema propioceptivo y el sistema vestibular de información exteroceptiva. Estos tres sistemas trabajan en conjunto para producir reflejos automáticos y asegurar a la persona el equilibrio postural necesario para la interacción en movimiento o en reposo.

### 2.3. Síntomas no motores.

Los síntomas no motores, suelen aparecer antes de la presencia de los síntomas motores donde recién son diagnosticados con EP. Martinez et al., (2016) menciona que los síntomas no motores han tenido en los últimos años una gran relevancia debido a su mayor prevalencia que aumenta a medida que la enfermedad va progresando y generando un mayor impacto negativo sobre la calidad de vida de los pacientes con EP, actualmente se tiene en cuenta la importancia de detectar este periodo prodrómico a nivel terapéutico ya que podría aportar una ventana temporal para terapias modificadoras de la progresión y así prevenir o retrasar el

desarrollo de la enfermedad, sin embargo, en la actualidad aún no están disponibles este tipo de terapias modificadoras.

### 2.3.1. Trastorno del sueño.

En cuanto al trastorno del sueño, se trata inicialmente de una alteración del ritmo, seguido de un insomnio que se debe a diferentes causas: falta de movilidad, depresión, acatisia, mioclonus nocturnos o síndrome de las piernas inquietas, sueños vividos, vocalizaciones nocturnas o problemas relacionados con la medicación (Kulisevsky, et al., 2019, p. 4)

### 2.3.2. Depresión.

La depresión se encuentra en el 40 % de los pacientes con EP, puede ser una depresión inherente o reactiva. Según Kulisevsky et al., (2018) desde los primeros momentos puede existir una depresión, a veces ansiedad y ocasionalmente una sensación de intranquilidad interior, junto con el deseo de moverse sin poder estar quieto. Cada unos de los síntomas y signos mencionados varían en función de cada paciente.

## 2.4. Evaluación y Diagnóstico.

Como mencionan Kulisevsky (2018) y Ariza et al., (2016) el diagnóstico de la EP es esencialmente clínico y los estudios complementarios de diagnóstico, como la neuroimagen, solo sirven para descartar los parkinsonismos secundarios.

El diagnóstico clínico de la EP se basa, según criterios convencionales del Banco de cerebros de Londres (Ariza et al., (2016), en:

- La presencia de al menos dos de los cuatros síntomas de la EP (temblor, bradicinesia, rigidez y alteraciones de los reflejos posturales).
- Ausencia de datos incompatibles con el diagnóstico de EP y que son propios de enfermedades capaces de causar parkinson secundario.
- Síntomas autonómicos, cognitivos, del sueño REM, psiquiátricos y alteraciones sensitivas también han sido descritos, y son de gran importancia diagnóstica por el impacto en la calidad de vida de los pacientes.

#### 2.4.1. Clasificación en cuanto a la escala de Hoehn y Yahr para la progresión de la EP.

La EP tiene una progresión lenta y progresiva. La enfermedad puede tener una evolución diferente según la persona. Marchais (2021) menciona que con frecuencia se utiliza la clasificación en estadios de Hoehn y Yahr, que se trata de una escala ordinal que indica la situación evolutiva de la enfermedad.

<b>Estadios de Hoehn y Yahr para la progresión de la enfermedad de Parkinson.</b>	
<b>Estadio 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Signos y síntomas leves de un solo lado.</li> <li>● Síntomas molestos pero no incapacitantes.</li> <li>● Presencia de Síntomas con temblor en alguna extremidad.</li> </ul>
<b>Estadio 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Síntomas bilaterales.</li> <li>● Mínima discapacidad,</li> <li>● La marcha y la postura están afectadas.</li> </ul>
<b>Estadio 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Significante enlentecimiento de los movimientos corporales.</li> <li>● Dificultad para mantener el equilibrio, tanto de pie como en el andar.</li> <li>● Disfunción generalizada moderadamente severa.</li> </ul>
<b>Estadio 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Síntomas severos.</li> <li>● Todavía puede andar ciertos recorridos.</li> <li>● Rigidez y bradicinesia.</li> </ul>
<b>Estadio 5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estadio caquético.</li> <li>● invalidez total.</li> <li>● No puede andar y mantenerse de pie, si no tiene ayuda.</li> </ul>

#### 2.5. Tratamiento de la Enfermedad de Parkinson.

En cuanto al tratamiento de los síntomas de la EP, el objetivo es evitar el progreso acelerado de la incapacidad funcional, cada tratamiento debe ser individualizado teniendo en cuenta las actividades que realiza cada persona, el objetivo de los diferentes tratamientos es lograr mantener una situación funcional aceptable para que cada paciente tenga la mejor calidad de vida posible.

Kulisevsky et al., (2018) describe que en la actualidad el tratamiento de la EP se puede dividir en 4 categorías diferentes.

- Preventiva: se trata de la neuroprotección, interfiere con la causa de la muerte de las células de la sustancia nigra, para intentar evitar o enlentecer la progresión de la enfermedad.
- Sintomática: se busca restaurar la función dopaminérgica estriatal, uno de los objetivos es restaurar los niveles normales de esta sustancia generando una mejora de la incapacidad funcional, existe una gran cantidad de fármacos que se pueden usar en el tratamiento sintomático de la EP. Sin embargo la Levodopa es el medicamento con mayor efectividad sintomática.

La Levodopa es un precursor de la dopamina que se administra junto a un inhibidor para evitar síntomas secundarios, la levodopa logra ingresar por la barrera hematoencefálica sin su inhibidor y actúa sobre la levodopa extracerebral produciendo una rápida mejoría inicial de los signos y síntomas. Es un medicamento que logra tolerarse muy bien, teniendo una efectividad durante todo el curso de la enfermedad y en relación a otros medicamentos ha demostrado que prolonga la esperanza de vida de los pacientes con EP.

- Cirugía: se trata de diferentes técnicas quirúrgicas que interfieren en los mecanismos fisiopatológicos de la EP. Son técnicas que se reservan para pacientes con EP avanzada, discinesias y fluctuaciones, en los que han fracasado las estrategias farmacológicas.
- Restauradora: un tratamiento más actual que trata de aportar nuevas células o estimular células normales o enfermas.

#### 2.5.1. Kinesiología en la EP.

Diversos autores como Rojas y Adalid (2022) mencionan, que el entrenamiento de rehabilitación a largo plazo acompañado de los fármacos correspondientes o intervenciones quirúrgicas puede mejorar las capacidades motoras y cognitivas de los pacientes con EP. En la actualidad la rehabilitación ofrece un gran abanico de herramientas para rehabilitar a los pacientes con EP. Sin embargo, durante la rehabilitación que debe ser a largo plazo, implica grandes requisitos como la capacidad del terapeuta para mantener una rehabilitación entretenida y motivadora, la situación económica de los pacientes, el lugar de entrenamiento y la seguridad de los pacientes, es por esto que es difícil para las personas con EP obtener y mantener un entrenamiento regular a largo plazo.

En cuanto al tratamiento Kinésico se lo puede dividir en fases o estadios:

- Fases iniciales o estadio 1, 2, 3: durante esta fase Kulisevsky et al., (2018) menciona que es importante trabajar con Kinesiología para abordar síntomas, como la bradicinesia, el temblor, inestabilidad postural o rigidez, para llegar a evitar o enlentecer los problemas a largo plazo que limitan la movilidad y la actividad funcional. Un buen programa de rehabilitación debería incluir aeróbico, estiramientos y actividades de fuerza.

Por su parte, Rojas y Adalid (2022) menciona la efectividad de la rehabilitación de la EP durante las primeras fases, por medio del ejercicio físico y como esta mejora el metabolismo del sistema nervioso central, regula la neuroinflamación y promueve la plasticidad del hipocampo, que es importante para su funcionamiento en el ambiente que lo rodea.

- Fases avanzadas o estadios 4, 5: en esta etapa Kulisevsky et al., (2018) menciona que es frecuente la fatiga en los pacientes, a pesar de esto existen beneficios en el ejercicio regular en el cual se debe administrar la energía de la persona.

Por otro lado, Robayo (2019) describe diferentes estrategias fisioterapéuticas para abordar la marcha y el equilibrio:

- Estrategias compensadoras de movimiento que consisten en realizar actividades, de lo más sencillo a lo más complejo, seguido de una práctica mental, después se ejecuta cada parte del movimiento con control consciente, evitando actividades simultáneas, para facilitar esto se emplea la estrategia de señalización de ayudas visuales y auditivas para guiar el movimiento.
- Otra estrategia que se puede emplear es el entrenamiento de la marcha en la caminadora o cinta rodante que permite a los pacientes practicar de manera repetitiva el ciclo de la marcha.

Para Perez (2019) algunas pautas de tratamiento para trabajar sobre el equilibrio y la marcha:

Se realizan ejercicios de equilibrio desde un enfoque funcional, realizando tareas que puedan aplicarse a sus actividades de la vida diaria.

- Se trabaja en la reeducación de la marcha, haciendo hincapié en la disociación de cinturas y el balanceo de los brazos.

- También será importante trabajar la realización de giros y evitar los bloqueos durante la marcha.

## 2.6. Realidad Virtual.

La RV según autores como Martínez et al., (2018) se la define como un conjunto de tecnologías informáticas que proporcionan una interfaz interactiva en tres dimensiones, lo cual contiene un alto contenido gráfico, acústico y táctil, creando en tiempo real una representación generada por computadoras de una realidad perceptiva. En este entorno, el usuario puede participar activamente y modificarlo a través de acciones que se representan gráficamente como una persona virtual. Esta tecnología, permite al paciente realizar tareas similares a situaciones reales, ajustando su nivel de dificultad o intensidad, además proporciona información en tiempo real sobre los logros alcanzados.

Actualmente existe una amplia gama de interfaces hombre-máquina diseñadas para facilitar la interacción con el entorno virtual, estas comprenden según Canon de la Cuerda et al., (2017) desde dispositivos o hardware comunes, como son un ratón, un teclado o un joystick, hasta complejos sistemas de captura de movimientos mediante sensores o dispositivos hápticos.

Durante los últimos años se han llevado a cabo estudios sobre la RV tomándola así, como una herramienta terapéutica que ofrece la posibilidad de un entrenamiento orientado a tareas relacionadas con actividades de la vida diaria provocando un mayor interés de los pacientes durante la rehabilitación (Canon de la Cuerda., 2017, p. 203)

Por lo tanto, Martínez (2018) menciona que el uso de la RV no es más beneficioso que la terapia convencional, pero sí puede ser favorable o puede considerarse como herramienta terapéutica y añadirla al tratamiento de rehabilitación habitual.

Dentro de la RV como se mencionó anteriormente existe una gran variedad de interfaces hombre- máquina estos son los denominados entornos o ambientes virtuales que se describen a continuación.

### 2.6.1. Entornos o ambientes virtuales.

Existen diferentes tipos de entorno de RV, Martínez (2018) menciona entre ellos:

- Realidad inmersiva: en la que se simula un ambiente tridimensional, lo cual le permite al paciente experimentar diferentes estímulos sensoriales que reemplacen perceptualmente al mundo exterior, a través de gafas, cascos, guantes o trajes especiales.
- Realidad no inmersiva: en este caso la visualización se hace a través de una pantalla, mientras que la interacción es a través de teclado, ratón o micrófono.
- Realidad semi-inmersiva o inmersiva de proyección: se trata de cuatro pantallas (pared, techo y suelo) que rodean al usuario, y necesita gafas y un dispositivo de seguimiento de los movimientos de la cabeza. Este necesita de unas gafas y un dispositivo de seguimiento de movimiento de la cabeza.
- Realidad aumentada: que integra elementos virtuales en nuestra realidad, es decir, enriquece nuestra realidad mediante animación, objetos 3D, imágenes, iconos, dibujos o fragmentos de texto.

### 2.6.2. Videojuegos.

Los videojuegos actualmente tienen el concepto meramente de entretenimiento, pero como menciona Canon de la Cuerda (2017) los videojuegos están cada vez más presente dentro de la rehabilitación motora, una alternativa de tecnología dentro de la RV de bajo costo con la finalidad de rehabilitación. Al momento de aplicarlos en la rehabilitación se deben tener en cuenta medidas terapéuticas como las que se mencionan a continuación:

- Definir previamente los objetivos del juego acompañado de un tutorial donde se explique el juego o actividad a realizar.
- La posibilidad de generar cambios del entorno con diferentes niveles que se ajusten acorde las capacidades del paciente.
- Plantear objetivos para cada paciente.
- Debe incluir representaciones virtuales del cuerpo humano.
- Debe facilitar la interacción multimodal con personas remotas y objetos virtuales.

- Debe proporcionar diferentes tipos de retroalimentación para pacientes con deficiencia visual y auditivas.

En la actualidad existen dispositivos que no están diseñados para la rehabilitación, sin embargo son utilizados como herramienta terapéutica en pacientes neurológicos, Canon de la Cuerda et al., (2017) menciona entre ellos:

- Nintendo Wii: Utiliza un sistema de captación del movimiento que detecta la aceleración y orientación del movimiento mediante un mando con control remoto sujeto por el que imita las acciones físicas, por ejemplo, en los juegos de Wii Sports o mediante una tabla de equilibrio sensible a la presión en la que los que participan pueden practicar diferentes actividades físicas, como actividades de equilibrio.
- Sony PlayStation Eye Toy o su versión actualizada de Playstation Eye: se trata de una cámara de video pequeña que se encarga de captar el movimiento del cuerpo contra un fondo fijo donde el usuario puede moverse para ver su imagen interactuar con objetos virtuales en la pantalla, pero dentro de su entorno. La misma también cuenta con una plataforma sensible de presión que permite reconocer los movimientos de baile que se corresponde con las instrucciones de la pantalla.
- Microsoft Xbox 360 Kinect: este videojuego utiliza un sensor de captura de movimiento basado en infrarrojos que captura la profundidad y la posición, se trata de una cámara de vídeo RGB y micrófono multi-array, que permite crear un esquema digital del medio y de la persona y, por tanto, la interacción con el juego sin necesidad de mandos o accesorios.
- Microsoft Xbox One Kinect2: similar al anterior pero con la incorporación de una cámara de alta resolución que puede capturar con más detalles y con gran precisión y mayor resolución por lo que genera un mayor grado de inmersión y mejora la experiencia del videojuego.

Cada uno de estos dispositivos son utilizados como herramienta terapéutica con el objetivo de poder mejorar el equilibrio y la marcha en los pacientes con EP.

## 2.7. Realidad Virtual en Kinesiología.

La RV es una nueva estrategia de rehabilitación con una amplia gama de aplicaciones potenciales. En el contexto de la kinesiología Romero et al., (2019)

recomienda la RV para optimizar el aprendizaje motor en un entorno seguro y complementar el uso de enfoques tradicionales, ya que brinda la oportunidad de aprender nuevas estrategias motoras y recrear habilidades que pueden perderse debido a la EP, practicando de forma individual y repetida la activación de la función motora y la estimulación motora y cognitiva en el proceso.

En relación a lo anterior, Robayo (2019) menciona que hay más pruebas que respaldan que la capacidad en habilidades motoras basadas en objetivos y en tareas específicas promueven la neuroplasticidad y reduce las discapacidades motoras en pacientes con EP.

Por tanto, es importante considerar los avances en rehabilitación relacionados con la RV y el uso potencial de la misma para mejorar la función motora y la calidad de vida de los pacientes.

## 2.7. Aprendizaje motor.

Durante la rehabilitación funcional de una persona, Montañez (2019) menciona que se tiene en cuenta el control y aprendizaje motor, procesos que permiten la anticipación, planeación, ejecución y retroalimentación del movimiento, definiendo al aprendizaje motor como un conjunto de procesos asociados a la práctica o experiencia que produce cambios permanentes en la capacidad de realizar acciones competentes. Por su parte, Canon de la Cuerda et al., (2017) señala tres aspectos esenciales al respecto:

- Motivación del individuo para interactuar y ejecutar la acción.
- Capacidad o competencia conservada para ejecutar la acción y en situaciones patológicas la capacidad para poder disminuir el déficit.
- Dominio de la habilidad (la gestión eficiente del aprendizaje y la adaptación motora).

Como señala Canon de la Cuerda (2017), uno de los aspectos para poder adquirir y desarrollar una habilidad es necesaria la motivación por parte del individuo y como se menciona a lo largo de todo el trabajo la RV otorga esta motivación ya que tiene la posibilidad de ser aplicado de diferentes maneras en la rehabilitación de los pacientes con EP. Así mediante la práctica en el nuevo entorno, se aprenden modelos internos que predicen las consecuencias sensoriales de órdenes motoras, es así que se puede observar cómo las personas se adaptan a ambientes nuevos.

## 2.8. Neuroplasticidad.

La plasticidad en el sistema nervioso central según Morandin (2021), se refiere a la capacidad para cambiar estructural o funcionalmente en respuesta a estímulos del entorno asegurando su capacidad de adaptación, cambio, reparación, aprendizaje y memoria en respuestas a estímulos ambientales. Esto indica la importancia del continuo desarrollo cerebral y su capacidad para responder a los desafíos de su entorno. Del mismo modo Canon de la Cuerda et al., (2017) define a la neuroplasticidad como la capacidad de cambio que tiene el sistema nervioso central en respuesta a diferentes lesiones, modificaciones del entorno y demandas fisiológicas, un proceso continuo que permite remodelar el mapa neurosináptico de las redes neuronales, por lo que se considera que este mecanismo de neuroplasticidad pierde eficiencia a lo largo de la vida, lo que genera el posible deterioro motor cognitivo relacionado con la edad.

Teniendo en cuenta lo anterior, autores como Rojas y Adalid (2022) confirman que el ejercicio físico tiene efectos beneficiosos en la cognición, ya que facilita los mecanismos de neuroplasticidad y previene enfermedades asociadas al deterioro cognitivo.

En la rehabilitación y tratamiento de la EP, la RV ha surgido como una herramienta que aprovecha los principios de la neuroplasticidad, ofreciendo entornos de entrenamiento inmersivos y personalizados que pueden estimular la neuroplasticidad y mejorar la función motora y cognitiva en pacientes con EP.

## 2.9. Beneficios de la Realidad Virtual.

En relación con los programas de neurorehabilitación motora, los sistemas de RV presentan una serie de ventajas que complementan al abordaje convencional de intervención. Algunas se relacionan con los principios de aprendizaje motor y adaptación motora, Lupiani (2019) menciona como beneficios:

- Ejecución de tareas que no se pueden realizar de manera segura en un ambiente del mundo real.
- Repetición intensiva de tareas complejas dirigidas por estímulos visuales y auditivos que crean interacción dinámica paciente-tarea.
- Datos inmediatos en el rendimiento y resultados.

- Resulta un entorno de motivación para el paciente, al permitir adaptarlo a sus necesidades.

El hecho de que la interacción con el entorno virtual se realice por medio de un avatar, el cual reproduce la postura y los movimientos de la persona, parece activar áreas corticales y subcorticales que permite a la persona un mayor reconocimiento de su esquema corporal y el de sus acciones (Canon de la Cuerda et al., 2017, p. 203).

### **3. Marco metodológico**

#### **3.1. Tema de investigación.**

La aplicación de la Realidad Virtual como herramienta terapéutica e innovadora para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con Enfermedad de Parkinson.

#### **3.2. Indicación de problema e hipótesis.**

¿ Es eficaz el uso de la RV como herramienta terapéutica para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con EP?

La RV aplicada como herramienta terapéutica podría ser eficaz para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con EP.

#### **3.3. Objetivos.**

##### **3.3.1. Objetivo general**

Describir y analizar la evidencia disponible en la literatura científica para determinar la eficacia, seguridad y factibilidad de la RV como una herramienta innovadora en la rehabilitación del equilibrio y marcha en pacientes con EP.

##### **3.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la efectividad de la RV como herramienta terapéutica para mejora del equilibrio y marcha en pacientes con EP.
- Analizar los diferentes tipos de aplicaciones de RV utilizadas en el contexto de la terapia del equilibrio y marcha en pacientes con EP.

#### **3.4. Metodología.**

La presente investigación se realizó a partir de la lectura, análisis y comparación de los textos seleccionados entre el periodo 2017 y 2023 que tratan sobre el uso de la RV como herramienta terapéutica para mejorar el equilibrio y marcha en pacientes con EP.

Se utilizó un enfoque descriptivo cualitativo, donde a partir de la interpretación, se trato de exponer los efectos de la RV como herramienta dentro de

una intervención fisioterapéutica sobre la marcha y el equilibrio encontrados en la literatura científica identificando sus principales características clínicas dentro del ámbito de RV en pacientes con EP.

Esta revisión sistemática partió desde la toma de artículos científicos, también se incluyeron estudios clínicos, que permitió la recopilación de las diferentes metodologías utilizadas de la RV en paciente con EP.

### 3.5. Motores de búsqueda.

Se utilizaron los buscadores Google Académico, PubMed, SciELO, Elsevier, Medline. Las palabras claves empleadas fueron: “realidad virtual en Enfermedad de Parkinson” “Realidad virtual “ “Equilibrio” “ Tratamiento Rehabilitador” “Rehabilitación con Realidad Virtual”.

### 3.6. Selección de artículos.

#### 3.6.1. Criterios de inclusión.

- Pacientes diagnosticados con EP en estadios 1,2,3,4 según la escala de Hoehn y Yahr.
- Estudios que utilicen cualquier tipo de tecnología de RV, como cascos de RV, juegos interactivos, simulaciones virtuales como intervención terapéutica o complementaria para mejorar el equilibrio en pacientes con EP.
- Se incluyen estudios publicados en cualquier idioma, siempre y cuando se pueda acceder a una traducción o resumen suficiente para su evaluación.
- Estudios científicos entre los años 2017 - 2023.

#### 3.6.2. Criterios de exclusión

- Estudios que no cumplan con los criterios de inclusión previamente mencionados.
- Artículos que incluyan pacientes con otra patología neurológica.
- Estudios científicos que no tengan libre acceso.

### 3.7. Estrategia de búsqueda.

Se realizó una búsqueda bibliográfica y sistemática que demuestren los efectos de la RV como herramienta terapéutica e innovadora para mejorar el equilibrio en pacientes con EP en el periodo de 2017 - 2023.

#### Google académico.

Se empleó la combinación de palabras previamente mencionadas y el buscador mostró aproximadamente 3 mil resultados, de los cuales quedaron 973 al seleccionar el filtro 2017- 2023. Finalmente 19 fueron seleccionados.

#### Pubmed.

Se obtuvieron un total de 65 resultados. Luego de leer los títulos de cada estudio y aplicar los criterios de inclusión y exclusión fueron seleccionados 6 artículos.

#### Sociedad española de neurología.

Utilizando palabras claves surgieron 5 artículos de los cuales 1 fue seleccionado.

#### Elsevier.

Utilizando las palabras claves surgieron 10 artículos de los cuales 1 fue seleccionado.

#### Scielo.

Rehabilitación con RV en pacientes con parkinson-realidad virtual: 2 resultados, aplicando filtro y criterios de inclusión y exclusión no se seleccionó ninguno.

#### PE德罗.

Utilizando las palabras claves se encontraron 30 resultados. Luego de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión ningún artículo fue seleccionado.

#### 4. Resultados

De los 9 estudios seleccionados, 3 son ensayos clínicos y 6 revisiones sistemáticas:

**Título: Telerehabilitación de Realidad Virtual para la Inestabilidad Postural en la Enfermedad: Un ensayo multicéntrico, simple ciego, aleatorizado y controlado.**

**Autores:** Gandolfi M, Geroin CH, Dimitrova E, Boldrini P, Waldner A, Bonadiman S, Picelli A, Regazzo S, Strirbu E, Primon D, Bosello CH, Gravina A R, Peron L, Trevisan M, Carreño Garcia A, Menel A, Bloccari L, Vale N, Saltuari L, Tinazzi T, Smania N.

**Bases de datos:** Pubmed

**Año:** 2017

**Objetivos:** Comparar las mejoras en la estabilidad corporal y las mejoras en la estabilidad postural después del entrenamiento de equilibrio en casa basado en la RV con el sistema Nintendo Wii Fit y después del SIBT en la clínica en pacientes con EP. El objetivo secundario fue comparar las diferencias antes y después del tratamiento en la confianza percibida en el equilibrio, la función relacionada con la movilidad, la calidad de vida, la frecuencia de caídas, y la diferencia en los costos de los dos programas de rehabilitación.

**Metodología:** Cuatro unidades de Neurorehabilitación participaron en este ensayo controlado aleatorizado multicéntrico y simple ciego. Los centros participantes, todos ellos situados en el Veneto, prestan servicios de rehabilitación en zonas predominantemente rurales.

**Resultados:** En cada centro de estudio, los resultados fueron evaluados por un único examinador ciego a la asignación del tratamiento. Las medidas de la marcha y el equilibrio se evaluaron antes del tratamiento, después del tratamiento y a los 1 meses de seguimiento.

**Resultados primarios:** La escala de equilibrio Berg se utiliza para evaluar la disfunción estática y dinámica del equilibrio . El cambio mínimo destacable es de 5

puntos para los pacientes con EP.

Resultados secundarios: La escala Activities Specific Balance Confidence evalúa el nivel de confianza en el equilibrio percibido en las actividades de la vida diaria, El cambio mínimo detectable en pacientes con EP es de 0,25 m/seg.

Conclusión: La RV es una alternativa factible en la clínica para reducir la inestabilidad postural en pacientes con EP que tienen un cuidador.

**Título: Combined effects of virtual reality techniques and motor imagery on balance, motor function and activities of daily living in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial.**

Autores: Kashif, M. Ahmad, A. Mohseni Bandpei, M.A. Gilani, S.A. Hanif, A. Iram, H.

Bases de datos: Pubmed

Año: 2022

Objetivos: Investigar los efectos comparativos de la RV con técnicas de IM (imaginería motora), además de la fisioterapia rutinaria sola, sobre el equilibrio, la función motora y las actividades de la vida diaria en pacientes con EP.

Metodología: Ensayo controlado aleatorio de diseño paralelo, de dos brazos y un solo centro. Un total de 44 pacientes de ambos sexos que padece EP idiopática fueron asignados aleatoriamente a dos grupos mediante métodos de sorteo. Ambos grupos recibieron tratamiento de fisioterapia, mientras el grupo experimental (N:20) recibió RV e IM además de PT. Ambos grupos recibieron el tratamiento asignado durante tres días a la semana en días alternos durante 12 semanas. Se utilizaron la Escala unificada de Calificación de la EP (UPDRS) (partes II,III), la escala de Equilibrio Berg (BBS) como medidas de resultado para la función motora, el equilibrio y las AVD. Se evaluaron la línea de base 6 y 12 semanas de tratamiento. Con un seguimiento de 16 semanas para medir la retención. Los datos se analizaron con SPSS 24.

Resultados: El grupo experimental mostró una mejoría significativa en la función

motora que al grupo de control en la UPDRS parte III, con  $32,45 \pm 3,98$  frente a  $31,86 \pm 4,62$  antes y  $15,05 \pm 7,16$  frente a  $25,52 \pm 7,36$  a las 12 semanas, y un valor  $p < 0,001$  a las 12 semanas. Las puntuaciones BBD desde el grupo experimental mejoraron  $38,95 \pm 3,23$  a  $51,36 \pm 2,83$  con un valor  $p > 0,001$  a las 12 semanas la confianza en el equilibrio en el grupo experimental mejoró considerablemente de pasando de  $59,26 \pm 5,87$  a  $81,01 \pm 6,14$  con un valor  $p < 0,001$ . Las puntuaciones de AVD del grupo experimental también mejoraron, pasando de  $22,00 \pm 4,64$  a  $13,07 \pm 4,005$  después de 12 semanas, con un valor  $p < 0,001$ .

Conclusión: La RV con técnicas de IM además de la PT rutinaria mejoró significativamente la función motora, el equilibrio y las AVD en pacientes con EP en comparación con la PT sola.

**Título: Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A Systematic review.**

Autores: Lei C, Sunzi K, Dai F, Lui X, Wang Y, Zhang B, He L, Ju M.

Bases de datos: Pubmed

Año: 2019

Objetivos: Proporcionar una base más científica para la rehabilitación de la modalidad de los pacientes con EP, se llevó a cabo una revisión sistemática del entrenamiento de rehabilitación con RV para pacientes con EP y se centraron en la mejora de la marcha y el equilibrio.

Metodología: Se realizó una búsqueda exhaustiva utilizando las siguientes bases de datos: PubMed, Web of Science, Cochrane Library, CINAHL, Embase y CNKI (China national knowledge infrastructure). Se incluyeron artículos publicados antes del 30 de diciembre de 2018 y con un diseño de ensayo controlado aleatorizado para estudiar los efectos de la RV en pacientes con EP. Se agruparon los datos de los estudios y se completó un metaanálisis. Esta revisión sistemática se realizó de acuerdo con la declaración de directrices PRISMA y se registró en la base de datos PROSPERO.

Resultado: Un total de 16 artículos con 555 participantes con EP fueron incluidos en el análisis. El entrenamiento de rehabilitación con RV se desempeñó mejor que el entrenamiento de rehabilitación convencional o tradicional en tres aspectos: longitud de paso y zancada, función de equilibrio y movilidad. No hubo efectos sobre el índice de marcha dinámica ni sobre la velocidad de la marcha. En cuanto a los resultados secundarios, en comparación con el grupo de control, el entrenamiento de rehabilitación con RV demostró efectos más significativos en la mejora de la calidad de vida, el nivel de confianza y la velocidad de la marcha.

Conclusión: De acuerdo con los resultados del estudio, se encontró que el entrenamiento de rehabilitación con RV no solo puede lograr el mismo efecto que el entrenamiento de rehabilitación convencional. Además, tiene mejores resultados en la marcha y el equilibrio de los pacientes con EP. En conjunto, cuando el efecto del entrenamiento de rehabilitación tradicional en la marcha y el equilibrio de los pacientes con EP no es lo suficientemente bueno, creemos que el entrenamiento de rehabilitación con RV puede al menos ser utilizado como una terapia alternativa. Se necesita un diseño más riguroso de ensayos controlados aleatorios multicéntricos de muestras grandes para proporcionar una base de evidencia más sólida para verificar sus ventajas potenciales.

**Título: Aplicación de la Realidad Virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson.**

Autores: Medina Aguirre y Anderson Stalin.

Bases de datos:scholar google

Año: 2022

Objetivos: analizar los beneficios de la RV en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson, y el manejo cinemático funcional del aparato locomotor, incrementando la independencia en las actividades de la vida diaria. La utilización de las diferentes herramientas tecnológicas que brinda este método de virtualidad es sustancial e importante en el manejo y control de ciertas manifestaciones clínicas que presentan los sujetos con esta enfermedad.

Metodología: La investigación se realizó mediante revisión bibliográfica en artículos científicos de ensayos clínicos aleatorizados obtenidos de revistas de alto impacto y bases de datos institucionales acerca de los beneficios de la RV en la EP. Se utilizaron 35 artículos científicos los cuales fueron evaluados mediante la escala de PEDro para su validez metodológica, los mismos que obtuvieron una calificación igual o mayor a 6, significando una importancia e impacto dentro del proyecto final.

Conclusión: luego del análisis de los artículos científicos acerca de la rehabilitación motora mediante la RV en pacientes con EP se halló un consenso en común, los autores de las investigaciones utilizadas en el presente trabajo mencionan que existen beneficios significativos de la RV sobre las alteraciones motoras, una mejoría en el control postural, equilibrio y coordinación del paciente, ayudando de esta manera a la autonomía en la realización de acciones cotidianas como el cambio de posiciones, direcciones y rotaciones de su cuerpo de forma estática como dinámica. Los efectos en la reeducación de la marcha en todas sus fases, influenciado además por la restauración de la fuerza muscular en los miembros inferiores, lo cual ha favorecido positivamente en el desplazamiento y locomoción del paciente con EP, reduciendo así el alto riesgo de caídas.

El uso de la RV también tuvo gran impacto en la rehabilitación motora del miembro superior.

La relación e integración de estímulos multisensoriales crean en el sujeto una retroalimentación visual, auditiva, propioceptiva y vestibular, influenciado por la recuperación de características cognitivas como: la atención, memoria, aprendizaje y destreza. Se forman nuevas redes neuronales mediante la plasticidad cerebral, teniendo en cuenta el desequilibrio de estas en el paciente con EP. Sin embargo; la neuroplasticidad y activación motora se produce correctamente gracias al entrenamiento cognitivo y motriz en entornos proporcionados por la RV.

**Título: Guia de recomendaciones para el abordaje con Realidad Virtual de**

**personas con Parkinson.**

Autores: Rodriguez Munar, Diana Katerine.

Bases de datos: scholar google

Año: 2021

Objetivos: Proponer una guía de recomendaciones empleando el sistema GRADE que permita a los Fisioterapeutas respaldar el uso de la RV como intervención clínica terapéutica en Colombia.

Metodología: Se incluyeron Revisiones sistemáticas y Ensayos clínicos aleatorizados. Se encontraron 130 artículos, de los cuales 30 hablaban de RV, sin embargo 7 de los 30 estudios hacen referencia a la RV direccionada solamente a lo cognitivo; por tanto, se incluyeron 23 estudios en total, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión relacionados con el competente motor. 12 Revisiones sistemáticas se evaluaron con la lista de chequeo PRISMA y 11 ensayos clínicos aleatorizados evaluados con la lista de chequeo CONSORT. Se determinó el nivel de evidencia según OXFORD.

Resultados: Los estudios principalmente hablan sobre entrenamiento de la marcha, el equilibrio y la postura de la RV combinada con entrenamiento convencional de Fisioterapia, generando mejoría en la función motora, y la calidad de vida de la persona con Parkinson.

Conclusión: Emplear RV sobre la capacidades del paciente con Parkinson, optimiza el tiempo de recuperación, generando motivación y estimulando el aprendizaje visual, auditivo, táctil y motor, siendo una intervención precisa que brinda en el paciente.

**Titulo: Efectividad del tratamiento de reeducación de la marcha con Moto Gravity combinado con Realidad Virtual en el equilibrio de pacientes con Parkinson Pre-Post.**

Autores: Terrade Juliette

Bases de datos: Scholar Google

Año: 2019

Objetivos: El objetivo de este estudio es analizar la efectividad del Moto Gravity, un sistema de RV combinado a un programa de rehabilitación en cinta rodante antigraavedad, para la mejora del equilibrio en pacientes con EP.

Metodología: Se aplica el tratamiento en un único grupo. Consiste en 12 sesiones de 30 minutos de marcha en la plataforma motogravity en suspensión corporal con una máscara de RV , 3 veces por semana, durante 4 semanas. Se analizó el equilibrio con la escala de Tinetti en la primera semana y en la segunda con el fin de verificar la estabilidad clínica del paciente. Al final del periodo de intervención se analizó otra vez la escala de Tinetti con el objetivo de comparar con los valores previos a la intervención. Se considera como valor significativo p mayor 0,05.

Resultados: Se reclutó una población de 12 pacientes con EP, se analizó los datos con el software SPSS Statistics. Un cambio estadísticamente significativo se ha observado en el equilibrio total (+1 punto), y estático (+ 0,75 punto). Se destaca una mejora significativa en el equilibrio total y estático (0,75 punto). Dichos cambios no resultaron clínicamente significativos.

Conclusión: Los hallazgos inclinan que el tratamiento con Motogravity y RV consigue cambios estadísticamente significativos en el equilibrio y total de los pacientes participantes en el estudio. Sin embargo, no se observa diferencia clínica significativa.

**Título: Efecto del entrenamiento de Realidad Virtual en casa y la telerehabilitación sobre el equilibrio en individuos con Enfermedad de Parkinsons, esclerosis múltiple y accidente cerebrovascular: una revisión sistemática y metaanálisis.**

Autores: Steven Truijen, Auwal Abdullahi, Danique Bijsterbosch, Eline van Zoest, Maaïke Conjin, Yonglan Wang, Nele Struif, Wim Saey.

Bases de datos: Pubmed

Año: 2022

Objetivos: En la última década, existe un interés creciente en el uso de la RV para la rehabilitación en contexto clínicos y domiciliarios. El objetivo de esta revisión sistemática es hacer un resumen de las pruebas actuales sobre el efecto del entrenamiento en RV a domicilio y la telerehabilitación sobre el equilibrio postural en individuos con trastornos neurológicos centrales.

Metodología: Se realizaron búsquedas bibliográficas en diferentes buscadores, ensayos controlados aleatorios que evaluaron el efecto del entrenamiento en RV y la telerehabilitación en el domicilio sobre el equilibrio postural en pacientes con EP, esclerosis múltiple o accidente cerebrovascular.

Resultados: Se incluyeron siete ECA, con las tres patologías representadas. La RV y la TR consisten en un dispositivo de entrenamiento por ejemplo Nintendo Wii o Xbox 360 y un dispositivo de monitorización por ejemplo Skype o Microsoft Kinect. Cinco estudios utilizaron la Berg Balance Scale para medir el equilibrio postural. En todos los estudios, se observó una mejora en las puntuaciones de la escala Berg Balance a lo largo del tiempo, tanto en los grupos experimentales como en los de control, y el efecto se mantuvo en el seguimiento de ambos grupos. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los grupos después de la intervención.

Conclusión: La RV y la tele rehabilitación domiciliaria pueden utilizarse como prolongación de la terapia convencional.

**Título: La efectividad de la Realidad Virtual en los enfermos de Parkinson entre el estadio 1 a 4 de la escala de Hoehn y Yahr.**

Autores: Vistuer Gregoire

Bases de datos: scholar google

Año: 2021

**Objetivos:** Revisar la efectividad de la RV en los adultos diagnosticados con EP en estadio 1 a 4 en la escala de Hoehn y Yahr.

**Metodología:** Los artículos han venido del sitio Pedro y Pubmed. Han cumplido los criterios como estudios que trata del Parkinson, que la media de edad es superior de 50 años, que el artículo es publicado antes de 2015 y que tiene una evaluación superior a 24 sobre MMIS.

**Resultados:** La RV ha permitido obtener resultados positivos en cuanto al equilibrio, al riesgo de caídas y a la calidad de vida de los pacientes.

**Conclusión:** La RV tiene un efecto positivo en los enfermos de Parkinson.

**Título:** **Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson 's Disease Patients: Un ensayo controlado aleatorio.**

**Autores:** Zhixuan Wu, Hao Feng, Cuiyun Li, Jiayu Liu, Lian Wang, Jing Ma, Guanglei Li, Lu Gan, Xiaoying Shang.

**Bases de datos:** Pubmed

**Año:** 2019

**Objetivos:** El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la tecnología de RV sobre el equilibrio y la marcha en EP.

**Metodología:** El diseño del estudio fue a ciegas, aleatorizado y controlado. Veintiocho pacientes con EP fueron divididos en el grupo experimental y el grupo de control. El grupo experimental recibió entrenamiento de RV, y el grupo de control recibió terapia física convencimiento. Los pacientes realizaron 45 minutos por sesión, 5 días de la semana, durante 12 semanas. Los individuos fueron evaluados antes y después de la rehabilitación con la escala de Equilibrio de Berg (BBS), la prueba cronometrada de levantarse y andar (TUGT), la tercera parte de la escala unificada de calificación de la EP (UPDRS 3) y la evaluación funcional de la marcha (FGA).

Resultados: Tras el tratamiento, la puntuación de BBS, TUGT y FGA habían mejorado significativamente en ambos grupos. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la UPDRS 3 entre los datos previos y posteriores a la rehabilitación del grupo de control. El entrenamiento con RV dio como resultado un rendimiento significativamente mejor en comparación con el grupo de terapia física convencional.

Conclusión: Los resultados de este estudio indican que 12 semanas de rehabilitación con RV produjeron una mayor mejora en el equilibrio y la marcha de los individuos con EP en comparación con la fisioterapia convencional.

## 5. Discusión.

A través de la lectura y el análisis de los textos abordados en este estudio, a continuación se exponen y contrastan los resultados obtenidos por diferentes autores a lo largo de sus investigaciones.

A lo largo de esta discusión, se exploraron los resultados de investigaciones recientes, se compararon diferentes enfoques de tratamiento y se analizaron las implicaciones clínicas y prácticas de la aplicación de la RV en la rehabilitación de pacientes con EP. Además se examinaron posibles áreas de desarrollo futuro y se destacaron las consideraciones clave para la implementación exitosa de la RV.

En última instancia se pretende contribuir al avance del conocimiento en el campo de la rehabilitación de la EP, proporcionando información valiosa que puede guiar la práctica kinésica y la investigación futura.

### *1. Respecto a la efectividad de la RV como herramienta terapéutica para mejorar el equilibrio y marcha en pacientes con EP.*

Actualmente el uso de la RV y sus diversos sistemas terapéuticos ha dejado una marcada huella en los ámbitos clínicos y de rehabilitación. En los estudios revisados en este trabajo, se destaca que la implementación de la RV como herramienta terapéutica ha inducido cambios significativos en el proceso de reaprendizaje motor, contribuyendo así a mejoras tanto en el equilibrio como en la marcha.

En su estudios Zhixuan Wu et al., (2019) involucró la participación de 28 pacientes, los pacientes fueron divididos en un grupo experimental y en el grupo control. El grupo experimental recibió un entrenamiento de RV, y el grupo control recibió terapia física convencional. Al final del estudio se demostró que el programa de 12 semanas de entrenamiento con RV mejoró la marcha, el equilibrio y la movilidad en pacientes con EP, además la comparaciones entre los grupos mostraron que el equilibrio del grupo experimental mejoró significativamente en relación al grupo control, aun así no se observaron grandes diferencias entre ambos grupos, los 28 pacientes finales se incluyeron en las estadísticas de eficacia.

Al mismo tiempo Kashif et al., (2022) respaldaron la viabilidad de la fisioterapia convencional combinada con RV, específicamente mediante el sistema

de juegos con imaginaria motora. Este enfoque no solo demuestra efectos clínicamente positivos en la función motora, equilibrio y actividades de la vida diaria, sino que también sugiere que estas mejoras tienen una duración prolongada en comparación con la fisioterapia convencional.

De la misma manera Gandolfi et al., (2017) entiende esta combinación de fisioterapia convencional acompañado de RV, como un enfoque que aprovecha los principios de la plasticidad cerebral y la mejora de las conexiones neuronales asociadas con el movimiento y, por ende, generar efectos clínicamente positivos con una duración prolongada en la función motora y el equilibrio.

Por otro lado Rodriguez Munar (2021) mediante una Guía de Recomendaciones según el Sistema GRADE, destaca que la RV tiene un impacto en la rehabilitación de pacientes con EP, respaldando informes sobre cambios potenciales para la reorganización cerebral mediante estímulos somatosensoriales, auditivos y retroalimentación visual, ampliando el enfoque de la rehabilitación y optimizando los procesos de rehabilitación de los pacientes, el reaprendizaje motor y como consecuencia mejoras sobre el equilibrio y la marcha, él mismo menciona y enfatiza la importancia de la duración de las sesiones de RV no superiores a 60 min para evitar mareos o falta de seguridad durante la marcha.

Luego, Cheng Lei et al., (2019), Medina Aguirre (2022) y Gregoire Vistuer (2021), tras una búsqueda relevante en diferentes estudios, coinciden en que la RV es un medio efectivo para mejorar la movilidad, el equilibrio, la longitud de paso, el riesgo de caídas, la calidad de vida en pacientes con EP a corto y largo plazo, dependiendo de lo que se aplique.

Además Medina Aguirre (2022), destaca el impacto positivo de la RV en la rehabilitación motora del miembro superior, evidenciando mejoras en la motricidad fina y gruesa. Este hallazgo sugiere que la RV podría considerarse tan eficaz como la rehabilitación tradicional en la mejora del control manual, además, esta mejora en la motricidad de miembro superior beneficia el balanceo durante la marcha, observándose un cambio favorable en el equilibrio durante la deambulación.

Finalmente Cheng Leí (2019) señala que la RV al influir positivamente sobre el equilibrio y la marcha se observaron beneficios en síntomas neuropsiquiátricos, promoviendo aún más la independencia en las actividades cotidianas. Por su parte Gregoire Vistuer (2021) menciona la importancia del aspecto lúdico que aporta la

RV que puede verse como un juego y no como un ejercicio de tratamiento aportándole al paciente un mayor interés y motivación en la rehabilitación enfocados en mejora del equilibrio y la marcha.

Es así que todos los resultados muestran un efecto positivo y según Cheng Lei et al., (2019) reconoce que la aplicación de la RV puede considerarse eficaz, eficiente y da lugar a un mayor cumplimiento terapéutico sin que haya necesariamente una gran diferencia en comparación con la terapia convencional.

## *2. Respecto a los diferentes tipos de aplicaciones de RV utilizadas en el contexto de la terapia del equilibrio y marcha en pacientes con EP.*

En el estudio de Gandolfi et al., (2017) que involucró a pacientes con EP moderado, los pacientes recibieron un entrenamiento por medio de telerehabilitación permitiéndoles a los mismos poder tener una rehabilitación a distancia por videoconferencia paciente-fisioterapeuta en su hogar, unas de las tantas posibilidades que ofrece la herramienta de RV. La telerehabilitación de RV consistió en videojuegos graduados y entrenamiento convencional de equilibrio e integración sensorial, de este estudio se desprenden dos conclusiones principales, en primer lugar , el control postural estático y dinámico mejoró en la EP. En segundo lugar, con ambas modalidades de tratamiento se observaron efectos comparables con mejora sobre la confianza percibida en la realización de actividades ambulatorias, la velocidad de la marcha, disminución en la frecuencia de caídas y mejoras en la calidad de vida.

Siguiendo la misma línea de investigación, Steven Truijen et al., (2022) tras la recopilación de datos acerca de la aplicación de RV en combinación con telerehabilitación en la EP observó una contribución positiva principalmente sobre el equilibrio postural, sin embargo la aplicación del tratamiento con RV en combinación con telerehabilitación no fue superior ni inferior a la terapia convencional, pero pueden utilizarse como un complemento de los diferentes programas convencionales de rehabilitación, también brinda la oportunidad de aumentar el volumen de entrenamiento que pueden ofrecer los profesionales sanitarios.

En su estudio Kashif et al., (2022) respaldaron la viabilidad de la fisioterapia convencional combinada con RV, utilizando un sistema de juegos con imaginería motora. El sistema de RV consistió en una pantalla en la pared, una caja Wii, un

mando Wii y una tabla Wii Fit, indicándoles a los pacientes que se mantuvieran de pie sobre la tabla mientras interactúan con el sistema de RV y jugando con los juegos seleccionados. Este enfoque demostró efectos clínicamente positivos en la función motora, equilibrio y actividades de la vida diaria, y una duración más prolongada de rehabilitación.

Por otra parte, Terrade Juliette (2019) llevó a cabo un estudio relevante sobre el tratamiento de reeducación de la marcha con Moto Gravity compuesta por tres partes principales: la cinta rodante, el sistema antigravedad, combinado con máscara de RV para abordar el equilibrio y la marcha de pacientes con EP, la cinta rodante es controlada por el profesional, para simular la antigravedad se utiliza un sistema de arnés para permitir mayores movimientos y evitar caídas. Realizado el estudio se observó una mejora en los valores del equilibrio estático y el equilibrio total, por lo que supone que la mejora del equilibrio estático es responsable de la mejora en equilibrio total del paciente con EP, esta mejora en el equilibrio total disminuyó el riesgo de caídas de los pacientes, sin embargo, dichos cambios no resultaron clínicamente significativos.

Observándose que los autores no utilizan las mismas características, sino que en sus intervenciones utilizan distintos tipos de RV como la telerehabilitación, RV con moto gravity o por medio del sistema de videojuegos Nintendo Wii y tablas como Wii Fit que son las más utilizadas proporcionando los mejores resultados.

El presente trabajo final presenta limitaciones que es conveniente señalar, aunque se haya realizado una búsqueda bibliográfica significativa, hay que admitir que existen estudios que se omiten, como los estudios realizados en idiomas minoritarios o la literatura gris.

## **6. Conclusión.**

Para una mejor organización, a continuación se estructurará la conclusión en tres principales.

### **6.1. Conclusiones preliminares.**

La revisión exhaustiva de la literatura científica proporciona una revisión integral de la eficacia y el potencial de la RV en la rehabilitación del equilibrio y la marcha en pacientes con EP. Los estudios revisados, sugieren que la RV ofrece beneficios significativos en la mejora del equilibrio y la marcha, lo que respalda su utilidad como herramienta terapéutica innovadora para los pacientes con EP. Estas conclusiones preliminares apuntan hacia el papel prometedor de la RV en la mejora del equilibrio y la marcha por ende de la calidad de vida y la autonomía de los pacientes con EP.

### **6.2. En relación a la hipótesis y los objetivos de trabajo.**

El trabajo final realizado ha proporcionado una visión más clara sobre la eficacia de la RV como herramienta terapéutica para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con EP. Los resultados de los estudios revisados sugieren que la RV muestra prometedores beneficios en la mejora de la función motora y la movilidad. Esta conclusión respalda la hipótesis planteada al inicio del estudio, demostrando que la RV tiene un potencial significativo como herramienta terapéutica en pacientes con EP.

Al analizar la evidencia disponible en la literatura científica, hemos logrado cumplir con los objetivos establecidos para este trabajo. Se ha evaluado la eficacia de la RV como herramienta terapéutica para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con EP, destacando sus beneficios en la rehabilitación de la función motora, como así también beneficios al implementar la RV junto con la terapia convencional, aportando una duración más prolongada durante la rehabilitación, generando mayor interés por parte del paciente y como consecuencia una mejora en el equilibrio y la marcha de los pacientes con EP. Además, se han analizado los diferentes tipos de aplicaciones de RV utilizadas en el contexto de la terapia del equilibrio y la marcha en pacientes con EP, proporcionando una comprensión más completa de las opciones terapéuticas disponibles.

### 6.3. Sugerencias y propuestas.

Para avanzar en este campo de investigación y optimizar el uso de la RV en la rehabilitación de la EP, se proponen varias sugerencias y propuestas. En primer lugar, se recomienda realizar estudios adicionales que investiguen los efectos a largo plazo de la RV en la función motora y la calidad de vida de los pacientes con EP. Además, se sugiere para futuras exploraciones explorar la combinación de la RV con otras modalidades de tratamiento, como la fisioterapia convencional, para maximizar los beneficios terapéuticos. Asimismo, se hace hincapié en la importancia de desarrollar programas de formación y capacitación para profesionales de la salud en el uso adecuado de la RV en la práctica clínica.

En resumen, las conclusiones de este estudio sugieren que la RV tiene un papel prometedor en la rehabilitación del equilibrio y la marcha en pacientes con EP. Sin embargo, se necesitan más investigaciones y esfuerzos colaborativos para optimizar su implementación en el área de kinesiología y maximizar su impacto en la mejora de la función motora y la calidad de vida en esta población de pacientes.

## 7. Bibliografía

- Ariza Serrano, L. M., Guerrero-Vega, J., Ortiz, P., Moreno Lopez, C, L., (2016). Caracterización de pacientes con enfermedad de Parkinson en un centro de referencia de la ciudad de Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://doi.org/10.22379/2422402297>.
- Canon de la Cuerda, R., Martinez Piedrola, R. M., Miangolarra Page, J. C., *Control y Aprendizaje Motor: Fundamentos, desarrollo y reeducación del movimiento humano*. Editorial Médica panamericana.
- Gandolfi M., Geroin CH., Dimitrova E., Boldrini P., Waldner A., Bonadiman S., Picelli A., Regazzo S., Strirbu E., Primon D., Bosello CH., Gravina A. R., Peron L., Trevisan M., Carreño Garcia A., Menel A., Bloccari L., Vale N., Saltuari L., Tinazzi T., Smania N., (2017). Telerehabilitación de Realidad Virtual para la inestabilidad Postural en la Enfermedad de Parkinson: Un ensayo multicentrico, simple ciego, aleatorizado y controlado. Recuperado de <https://doi.org/10.1155/2017/7962826>
- González, C. R. Á., de la Fe, A. D., Alonso, C. M. M., Hernández, H. S., y González, L. M. A. (2017). Trastornos de la marcha en la Enfermedad de Parkinson: aspectos clínicos, fisiopatológicos y terapéuticos. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 1(2). <https://revrehabilitacion.sld.cu/index.php/reh/article/view/150>
- Kashif, M., Ahmad, A., Mohseni Bandpei M, A., Gilani S, A., Hanif, A., Iram, H., (2022). Combined effects of virtual reality techniques and motor imagery on balance, motor function and activities of daily living in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*. Recuperado de <https://doi.org/10.1186/s12877>.
- Kulisevsky Bojarski, J., Aguilar Barbera, M., Calopa Garriga, M., Marti Domenech, M, J., Pascual Sedano, B, M., (2019). Enfermedad de Parkinson; Guia terapeutica de la sociedad Catalana de Neurología. Fundación de la sociedad Catalana de Neurología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Recuperado de

<https://drive.google.com/file/d/1Int7nDbfi4PHKIk0iDqfjHyqwxe18xW5/view>.

- Lei, C., Sunzi, K., Dai, F., Lui, X., Wang, Y., Zhang B., He, L., Ju, M., (2019). Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. PLoS one 14(11): e0224819. Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224819>.
- Lupiani Ruiz, M, L., (2019) La realidad virtual y su aplicación en la rehabilitación de la enfermedad de Parkinson. <http://hdl.handle.net/11000/5557>.
- Marchais Lagrange, F., (2021). Efectividad de la doble tarea en las alteraciones de la marcha en pacientes con parkinson en estadio 1-3, 5 de la escala Hoehn & Yahr. Revisión bibliográfica (Bachelor's thesis, Salut-UVic).<http://repositori.umanresa.cat/1/1042>
- Martinez Fernandez, R., Gasca-Salas, C., Sanchez-Ferro, A., Angel Obeso, J., (2016). Actualización en la enfermedad de Parkinson. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.06.010>
- Martinez Gonzales, E., (2018). Posibilidades de uso de la Realidad Virtual inmersiva en Rehabilitación Neurológica. Publicaciones didácticas, 3. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/235853221.pdf>
- Medina Aguirre, A. S., (2022). Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson.(Tesis, Universidad Nacional de Chimborazo), 12- 14. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8878>.
- Montáñez, M. A. P., Sepúlveda, E. F. R., & Hurtado, O. L. M. (2019). Aprendizaje motor en los procesos de rehabilitación con nuevas tecnologías. *fisioGlía: revista de divulgación en Fisioterapia*, 6(3), 45-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7046372>
- Morales Gómez S., Elizagaray Garcí, I., Yepes Rojas, O., De la Puente Ranea L., Gil-Martínez, A., (2018). Efectividad de los programas de inmersión virtual en los pacientes con enfermedad de Parkinson. Revisión sistemática. *Rev Neurol*.
- Morandin Ahuerma, F., (2021). Neuroplasticidad: reconstrucción, aprendizaje y adaptación. [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Aprendizaje+m](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Aprendizaje+m)

[otor+en+los++procesos+de+rehabilitaci%C3%B3n++con+nuevas+tecnolog%C3%ADas&btnG=](#)

- Oregon Martínez, L. E., (2021). Relación entre el equilibrio corporal y la independencia funcional en pacientes con enfermedad de Parkinson en el Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/4756>
- Pérez González, G. P., (2019) Fisioterapia en las alteraciones de equilibrio y marcha en la enfermedad de Parkinson. Revisión bibliográfica. <http://hdl.handle.net/11000/7351>
- Robayo Galeano, M. T., (2019). Efecto del entrenamiento de la marcha a través de la realidad virtual (RV) en individuos con enfermedad de parkinson/<https://repositorio.ecr.edu.co/server/api/core/bitstreams/0ba20b6e-1e40-4daa-9284-f684bf99251e/content>.
- Rodríguez Munar, D. K., (2021). Guía de recomendaciones para el abordaje con realidad virtual de personas con Parkinson, 3. Recuperado de <https://repositorio.ecr.edu.co/bitstream/001/386/3/Informe%20Final%20-%20Diana%20Munar.pdf>.
- Rojas Bustamante, E., y Adalid Peralta, L. V., (2022). Realidad virtual inmersiva para la rehabilitación de la enfermedad de Parkinson. Archivos de neurociencia, 1-3. Doi:10.31157/an.v27i4.366.
- Rojas Bustamante, E., y Adalid Peralta, L. V., (2022). Realidad virtual inmersiva y ejercicio físico para la rehabilitación de la enfermedad de Parkinson. Recuperado de <https://orcid.org/0000-0002-7347-5854>.
- Romero Vargas, L. E., y Vargas Chavarro, L. M., (2019). Realidad virtual aplicada como estrategia de intervención en la función motora de pacientes con parkinson. Recuperado de <http://repositorio.ecr.edu.co/handle/001/322>.
- Terrade, J., (2019). Efectividad del tratamiento de reeducación de la marcha con Moto Gravity combinado con realidad Virtual, 7. Recuperado de <https://repositorio.usj.es/handle/123456789/183>.
- Truijen, S., Abdullahi, A., Bijsterrbosch, D., Zoest, E., Conijn, M., Wang, Y., Struyf, N., y Saeys, W., (2022). Effect of home-based virtual reality training and telerehabilitation on balance in individuals with Parkinson disease, multiple sclerosis, and stroke: a systematic review and meta-analysis.

Fondazione Società Italiana di Neurologia. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10072-021-05855-2>.

- Vallejo Zambrano, C. R., Jiménez Jiménez, R. A., Morán Rodríguez, V. E., Gómez Chumo, M. E., Del Valle Pilay, M. B., y Palma Moreno, N. J., (2020). Síndrome de Parkinson: Revisión bibliográfica y actualización. *Recimundo*, 270-281. DOI: 10.26820/recimundo/4. (4).octubre.2020.270-281
- Velastegui, J. F., (2021). Realidad virtual como tratamiento fisioterapéutico del equilibrio y marcha en pacientes con Parkinson. (Tesis, Universidad Nacional del Chimborazo). Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8399>
- Vistuer, G., (2021). La efectividad de la Realidad virtual en los enfermos del Parkinson entre el estadio 1 a 4 de la escala de Hoehn y Yahr: Revisión bibliográfica, 3. Recuperado de <http://repositori.umanresa.cat/1/959>.
- Xhardez, Y., (2002). *Vademecum de Kinesioterapia y de Reeducción Funcional*. Editorial el ateneo, 335.
- Yang, W. CH., Wang, H. K., Wu, R. M., Lo, Ch. S., Lin, K. H., (2015). Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfma.2015.07.012>
- Zhixuan, W., (2019). Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial, 3, 9. Recuperado de DOI: [10.12659/MSM.916455](https://doi.org/10.12659/MSM.916455).