

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

---

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA**

**TEMA:**

**PILATES Y ENTRENAMIENTO MULTISENSORIAL COMO MÉTODOS  
DE TRATAMIENTO DEL EQUILIBRIO EN PERSONAS CON  
ENFERMEDAD DE PARKINSON: ESTUDIO COMPARATIVO.**

**Elaborado por:**

**ANDREA VIVIANA RAMÍREZ ROSERO**

**QUITO, FEBRERO, 2021**

## RESUMEN

Este trabajo describe el análisis comparativo de los efectos de la aplicación del Pilates y la realidad virtual (RV) como métodos de entrenamiento del equilibrio dinámico en pacientes con enfermedad de Parkinson, a partir de los datos de dos revisiones sistemáticas previas realizadas en el año 2019. De acuerdo a esto se encontró que los participantes de los estudios analizados se encontraban en su mayoría en un estadio de la enfermedad de leve a moderado (I-III) según la escala de Hoehn & Yahr. Además, mediante la valoración del equilibrio dinámico pre y post-tratamiento mediante TUG, se encontraron resultados estadísticamente significativos para los dos métodos en mención. Por otro lado, no existió una diferencia estadísticamente significativa en la comparación entre la aplicación del método Pilates y la RV. Concluyendo que, tanto el método Pilates como la RV son intervenciones efectivas en el tratamiento del equilibrio dinámico en pacientes con EP.

**Palabras clave:** Enfermedad de Parkinson, equilibrio dinámico, método Pilates, realidad virtual.

## **ABSTRACT**

This investigation describes the comparative analysis of the effects of the application of Pilates and virtual reality (VR) as methods of dynamic balance training, in patients with Parkinson's disease, based on data from two previous systematic reviews conducted in the year 2019. According to this, it was found that the participants of the analyzed studies were mostly in a mild to moderate stage of the disease (I-III) according to the Hoehn & Yahr scale. Furthermore, by evaluating the dynamic balance pre and post treatment by the test TUG, statistically significant results were found for both methods. On the other hand, there was no statistically significant difference in the comparison between the application of the Pilates method and VR. Concluding that both the Pilates method and VR are effective interventions in the treatment of dynamic balance in patients with PD.

**Key words:** Parkinson's disease, dynamic balance, Pilates method, virtual reality.

## DEDICATORIA

A Dios y a mis padres; a mi familia y, al ángel que me cuida desde el cielo.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer profundamente a la Mgtr. María Eulalia Guevara, por su comprensión ante las situaciones adversas de la vida, por no dejarme sola para buscar una solución y, por su tiempo, dirección y sus consejos en cada paso dado en el desarrollo de esta tesis. Al Mgtr. Klever Bonilla, por sus precisas observaciones sobre el presente trabajo que permitieron su avance óptimo. Al Lic. Arián Aladro quien se tomó el tiempo necesario para orientarme siempre que lo precisé. Y a la Mgtr. Jacqueline Chiriboga quien ha aportado con específicas modificaciones para el mejor desarrollo de esta tesis.

Agradezco al pilar de mi vida, mis padres, Santiago y Mirian, que han estado siempre para mí y por quienes soy quien soy actualmente; quienes me han enseñado que con perseverancia y humildad no hay nada que no se pueda lograr y se han sacrificado sin medida para que pueda lograr lo que me proponga. A mis hermanos, Anita y Manuel, que me han apoyado infinitamente, más aún en este tiempo tan complicado para mí. A mi abuelito, Cristóbal, quien ha sido siempre mi inspiración para luchar en el camino. A mi tío, Raúl, quien me ha respaldado de todos los modos que ha podido para que no deje de estudiar.

A Dios que ha sido mi sostén y mi refugio en cada dura prueba que he tenido que enfrentar, porque sin su bendición ningún paso hubiera sido posible.

Y elevo mi agradecimiento al cielo, a mi ángel, Oscar, quien en vida me enseñó a comprenderme tal cual soy, a reconocerme capaz y a no dejar que las circunstancias cambien mi esencia; a ser fuerte, a ser luz, a ser vida. Porque sé que estaría orgulloso de este logro. Llevo su amor conmigo cada día, eternamente.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Justificación .....	5
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo general .....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Metodología.....	7
1.4.1. Tipo de estudio .....	7
1.4.2. Plan de recolección de datos.....	7
1.4.2.1. Fuentes técnicas e instrumentos .....	7
1.4.2.2. Criterios de inclusión y exclusión.....	7
1.4.2.3. Palabras clave.....	7
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	9
2.1. Enfermedad de Parkinson .....	9
2.1.1. Breve recuento histórico de la enfermedad de Parkinson .....	9
2.1.2. Definición .....	10
2.1.3. Etiología.....	10
2.1.4. Fisiopatología .....	11
2.1.5. Manifestaciones clínicas .....	12
2.1.6. Equilibrio en la enfermedad de Parkinson .....	13
2.1.7. Alteraciones cognitivas en la enfermedad de Parkinson .....	14
2.1.8. Estímulos sensoriales en pacientes con enfermedad de Parkinson .....	15
2.2. El método Pilates .....	16
2.2.1. Historia de del método Pilates.....	16
2.2.2. Principios del método Pilates .....	16
Principio 1: Concentración.....	17
Principio 2: Control .....	17
Principio 3: Centración .....	18
Principio 4: Respiración.....	18
Principio 5: Fluidez .....	19
Principio 6: Precisión.....	19
Principio 7: Repetición.....	19
Principio 8: Aislamiento .....	19

2.2.3. Pilates como método de rehabilitación .....	20
2.2.3.1. <i>Objetivos</i> .....	20
2.2.4. El método Pilates en la Enfermedad de Parkinson.....	22
2.4. Realidad virtual.....	22
2.4.1. Realidad virtual en la rehabilitación de la enfermedad de Parkinson.....	23
2.5. Hipótesis .....	24
2.6. Operacionalización de variables .....	24
<b>CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
3.1. Resultados .....	28
3.2. Discusión.....	34
Limitaciones.....	39
Aplicación Clínica y Práctica .....	40
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>41</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>43</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características de los participantes de la revisión sistemática sobre los efectos del Método Pilates. ....	28
<b>Tabla 2.</b> Estadios escala Hoehn & Yahr estudio Método Pilates. ....	28
<b>Tabla 3.</b> Características de los participantes de la revisión sistemática sobre los efectos de la Realidad Virtual. ....	29
<b>Tabla 4.</b> Promedio de los resultados de los estudios incluidos en las revisiones de literatura. ....	29
<b>Tabla 5.</b> Tamaño del efecto de la aplicación del Método Pilates. ....	30
<b>Tabla 6.</b> Tamaño del efecto de la aplicación de Realidad Virtual. ....	31
<b>Tabla 7.</b> Análisis comparativo de los tamaños de efecto del método Pilates y de realidad virtual. ....	32

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Tamaño de efecto de la aplicación del método Pilates y de Realidad Virtual..... 33

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Parkinson (EP) es considerada como la segunda enfermedad neurodegenerativa más común a nivel mundial, luego del Alzheimer, con una edad de inicio promedio de 60 años, que afecta a 1 de cada 100 personas mayores de 60 años (Leiva, y otros, 2019). Y aunque en el Ecuador no existe estadística que refleje la situación real del país, de acuerdo a un estudio realizado, de 285 habitantes en la ciudad de Manabí, en el año 2017, el 0.24% resultaron positivos para la enfermedad de Parkinson (Montalvo, Montalvo, Albear, Intriago, & Moreira, 2017). Esta enfermedad de etiología multifactorial, es conocida por generar alteraciones a nivel del sistema nervioso central (SNC), específicamente la pérdida de células dopaminérgicas en la sustancia negra pars compacta, y es asociada también a la presencia de cuerpos de Levy (Simon, Tanner, & Brundin, 2019). De este modo, trastornos motores se ven presentes en la EP, los mismos que pueden presentarse de acuerdo al deterioro de la capacidad del SNC para procesar las aferencias y producir respuestas musculares apropiadas (Brandão, Cassetari, Teixeira, Ballalai, & Mahmoud, 2016).

El deterioro del equilibrio es uno de los síntomas cardinales más preocupantes de la EP, debido a que produce un alto riesgo de caídas recurrentes en la población, reduciendo su calidad de vida y aumentando el riesgo de discapacidad (Sparrow, y otros, 2016). Por cuanto la intervención terapéutica para el trastorno del equilibrio en la EP es fundamental, puesto que la movilidad funcional requiere de varias capacidades, dentro de las que se encuentran: mantener el equilibrio estático durante la postura, realizar ajustes posturales anticipados y controlar el equilibrio dinámico durante la marcha (Horak, Mancini, Carsol, Nutt, & Salarian, 2016), también, se evidencia un amplio papel cognitivo, lo que incrementa la importancia de los estímulos multisensoriales en su proceso (Stuart, Lord, Hill, & Rochester, 2016), permitiendo un alcance de vías alternas a los ganglios basales.

Es así que se ha identificado a la aplicación de estímulos multisensoriales como fundamentales en el proceso de rehabilitación de los déficits motores de la EP, para activar vías implicadas y rodear circuitos afectados (Gómez, Casas, & Cano-de-la-Cuerda, 2016). Específicamente, el tratamiento mediante realidad virtual (RV), permite promover el aprendizaje motor, mediante percepciones multisensoriales tales como: visual, auditiva, táctil; con las que el paciente con EP puede interactuar, a más de ser adaptable a las necesidades del mismo (Lupiani, 2018). Por otro lado, los programas de entrenamiento con ejercicios tienen un beneficio importante en los síntomas motores como los déficits del equilibrio en la EP. El

método Pilates, que mediante un enfoque mente-cuerpo, el mantenimiento de una óptima postura y la respiración adecuada durante los ejercicios; tiene como objeto la mejora del control del movimiento y la postura, a través de técnicas de control neuromuscular y convierte en manejables a los inconvenientes de los programas tradicionales de ejercicios (Suárez, Miller, Seijo, & Ayán, 2019).

El inicio de este estudio comparativo, proviene del objetivo de conocer los efectos del Método Pilates y estímulos multisensoriales, mediante RV, como métodos de entrenamiento del equilibrio en personas con EP, mediante el análisis de datos de dos revisiones sistemáticas sobre la efectividad de los métodos mencionados, con la finalidad de generar conocimiento sobre estos procesos de tratamiento, identificando su papel en la devolución o mantenimiento de la independencia de los pacientes con EP en el desarrollo de las actividades de la vida diaria.

Tomando en cuenta que el método Pilates es un método adaptable a distintas condiciones de salud, que tiene aplicaciones terapéuticas que ayudan a los pacientes a mejorar la flexibilidad, fuerza, equilibrio, control muscular y respiración, factores importantes a considerar; sumándose el tratamiento a través de estímulos multisensoriales, mediante la aplicación de realidad virtual, que permite la retroalimentación de varias vías sensoriales, al ser sistemas que evidencian un amplio papel en el proceso del movimiento funcional. Además de la situación en Ecuador, que aunque no es específica, de acuerdo al estudio de Montalvo, Montalvo, Albear, Intriago, & Moreira, 2017, permite pensar en una realidad relativa en la que existe una prevalencia considerable de casos de Parkinson en el Ecuador, por lo que es importante contar con investigaciones que sirvan como guía hacia la aplicación de tratamientos adecuados a las distintos déficits motores de los pacientes con EP.

Para esto en el capítulo I se expone el problema de investigación con bases teóricas para su sustento, la justificación, objetivos y metodología para el desarrollo de la investigación. En el capítulo II se presenta el marco teórico con la fundamentación teórica sobre los temas estudiados como la fisiopatología de la EP y sus implicaciones clínicas, la afectación del equilibrio y la sensorialidad en la EP y los métodos de intervención: Pilates y realidad virtual como métodos de entrenamiento para el equilibrio, entre otros. Y, la hipótesis generada a partir del contexto teórico. En el capítulo III se abordan los resultados, la discusión, conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

## CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

La enfermedad de Parkinson es una enfermedad progresiva de etiología atribuida a factores genéticos y ambientales, que afecta al sistema nervioso central, debido a la pérdida de células dopaminérgicas en la sustancia pars negra compacta, que forma parte de los ganglios basales, además de la formación de cuerpos de Levy, que se relacionan con un efecto neurotóxico (Marín, Carmona, Ibarra, & Gámez, 2018). Debido al deterioro de sistema nervioso central, la capacidad aferente visual, propioceptiva y vestibular se ven afectadas, generando trastornos motores como: alteraciones del equilibrio (Brandão, Cassetari, Teixeira, Ballalai, & Mahmoud, 2016), bradicinesia, rigidez, temblor. Lo que lleva a las personas que la padecen, a un estilo de vida sedentario (Mollinero, Cancela, & Vila, 2018). La interacción de varios sistemas como: perceptivo, cognitivo, estrategias sensoriales, mecanismos anticipatorios y reactivos, componentes biomecánicos, entre otros, son fundamentales para mantener el equilibrio en condiciones estáticas y dinámicas. Depende entonces de la interacción del nivel biológico funcional del sujeto, como de la tarea y el ambiente, por lo que cualquier disfunción biológica como: pérdida sensorial, alteración de la coordinación motora, debilidad muscular, que son comunes en la EP, así también, alteraciones en la tarea o el ambiente, pueden aumentar el riesgo de caídas al verse alterada la regulación del equilibrio (Debu, De-Oliveira, Correa, & Moro, Managing Gait, Balance, and Posture in Parkinson's Disease, 2018). Siendo necesaria una intervención temprana sobre las alteraciones del equilibrio en la EP.

La prevalencia a nivel mundial es del 1% en personas mayores a los 60 años y 4-5% en personas mayores a 85 años. En una realidad no muy alejada del Ecuador, en Colombia, se detectó un 4,7 de personas con enfermedad de Parkinson por cada mil habitantes (Marín, Carmona, Ibarra, & Gámez, 2018). Y, aunque en el Ecuador no existen datos estadísticos a nivel país; se pudo evidenciar en una población de 285 habitantes, que el 0.24% resultaron positivos para la enfermedad de Parkinson, en el año 2017 en la ciudad de Manabí (Montalvo, Montalvo, Albear, Intriago, & Moreira, 2017).

Las intervenciones con ejercicios son efectivas en la mejoría de aspectos de la función motora, incluyendo aspectos físicos, psicológicos y sociales en los pacientes con EP, y por ende en su calidad de vida (Byners, Wu, & Whillier, 2017). El problema radica en que muchas de estas intervenciones necesitan de supervisión e instalaciones especializadas, lo que provoca el traslado de los pacientes, presentándose varios inconvenientes en el cumplimiento de las mismas, más aún cuando la población dirigida es una población de riesgo (Byners, Wu, & Whillier, 2017). Del mismo modo, es relevante el tratamiento neuro-rehabilitador mediante

estímulos multisensoriales, considerando que son técnicas válidas para mejorar la autonomía motora de los pacientes con EP, debido a la intervención de distintos sistemas en la producción de la movilidad funcional (Seco, Gago, Cano-de-la-Cuerda, & Fernández, 2011).

El método Pilates, diseñado por Joseph Pilates, se basa en varios principios como: respiración, control central, fortalecimiento muscular, coordinación y equilibrio (Bosco, 2012). Actualmente la evolución del método hacia una interpretación con fines de rehabilitación, se traza objetivos de control de la postura y el movimiento a través de técnicas de intervención neuromuscular, que permiten la mejoría del equilibrio, trabajando con músculos estabilizadores (Suárez, Miller, Seijo, & Ayán, 2019).

La realidad virtual (RV), enfocada en la estimulación multisensorial, es considerada como una estrategia efectiva en el tratamiento del equilibrio al buscar vías alternas a las deficitarias y conseguir con ellos la activación de sistemas involucrados en el mantenimiento del mismo. (Gómez, Casas, & Cano-de-la-Cuerda, 2016). Generando una retroalimentación multisensorial: propioceptiva, visual, auditiva, táctil (Lee, Lee, & Song, 2015), mejorando de este modo la organización sensorial del paciente con EP (Liao, y otros, 2015).

Dada la incapacidad y dependencia que genera la alteración del equilibrio en pacientes con EP, se ha pensado situarse en este aspecto, proponiendo el estudio comparativo de datos de dos revisiones sistemáticas sobre los efectos de la aplicación de métodos alternativos: el método Pilates, y, la incorporación de estrategias multisensoriales mediante la aplicación de realidad virtual, a manera de métodos neuro-rehabilitadores en el entrenamiento del equilibrio dinámico en los pacientes con EP. Esperando encontrar similitudes o diferencias sobre los resultados de la aplicación de las técnicas de tratamiento, antes mencionadas, de modo que se apoye a la comunidad de estudiantes de fisioterapia y profesionales del área con información importante y resumida sobre dichos temas. Y pueda entonces, convertirse en una investigación antecedente que encienda el hilo para investigaciones futuras sobre los métodos mencionados en el tratamiento del equilibrio en pacientes con EP, debido a que en el Ecuador no se cuenta con estudios previos del tema, pese a la amplia divulgación en otros países del mundo. Además, es importante señalar que dado el escenario actual, por la presencia de la pandemia de COVID-19, mucha de la población diagnosticada con EP pertenece a la población de riesgo, por lo que la búsqueda de alternativas de tratamiento que puedan ser aplicadas a través de medios tecnológicos, evitando el traslado de los pacientes, mediante modalidades como la tele-rehabilitación, es necesaria.

## **1.2. Justificación**

La afección del sistema nervioso central, debido a la pérdida de células dopaminérgicas, característica de la enfermedad de Parkinson; produce síntomas motores que limitan a quienes la padecen, los mismos que se desarrollan con el pasar del tiempo, y de ese modo, generan dependencia para desenvolverse en la vida diaria. Dentro de los síntomas motores se encuentra la alteración del equilibrio, que origina una alta tasa de caídas recurrentes y riesgo de discapacidad.

Al ser una enfermedad que no tiene cura aún, la fisioterapia es una aliada importante para mantener la funcionalidad del paciente con EP, y dentro de ella tratar las alteraciones del equilibrio. De acuerdo a esto, el motivo de esta investigación es la necesidad de aportar con conocimiento sobre la evidencia científica de los efectos en el tratamiento del equilibrio de pacientes con EP, basada en la aplicación del método Pilates y estímulos multisensoriales mediante realidad virtual, que permiten abarcar sistemas importantes en el tratamiento del equilibrio.

Se propone entonces, analizar los datos de dos revisiones sistemáticas previas realizadas en el año 2019, sobre los resultados de la aplicación de los métodos señalados en el tratamiento del equilibrio dinámico, entendiéndolos como estrategias que contribuyen en el retardo y mejoría de las alteraciones del equilibrio, reestableciendo procesos motores, y de este modo, colaborando en mantener la independencia del paciente con EP. Cabe mencionar que es de suma importancia, de acuerdo al tiempo actual de pandemia de COVID-19, adentrarse en el estudio de métodos alternativos de tratamiento que puedan: ser replicados en casa luego de un corto tiempo de guía profesional, evitando así la movilización del paciente con EP a un centro específico, permitan una buena adherencia al plan de tratamiento, sean de bajo costo y que puedan ser también aplicados a través de medios tecnológicos, mediante tele-rehabilitación, características de los métodos de tratamiento propuestos.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar los efectos de la aplicación del método Pilates y entrenamiento multisensorial mediante el uso de realidad virtual, como tratamiento del equilibrio dinámico en pacientes con enfermedad de Parkinson (EP), a partir de los datos de dos revisiones sistemáticas.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Describir las características (edad, género y estadio de la enfermedad) de los pacientes con EP, evaluados en las revisiones sistemáticas.
- Identificar los efectos de la aplicación del método Pilates como tratamiento del equilibrio dinámico en pacientes con EP.
- Identificar los efectos de la aplicación de estímulos multisensoriales, mediante realidad virtual como tratamiento del equilibrio dinámico en pacientes con EP.
- Comparar los efectos de la aplicación del método Pilates con los efectos de la aplicación de realidad virtual, sobre el equilibrio dinámico en pacientes con EP.

## **1.4. Metodología**

### **1.4.1. Tipo de estudio**

El presente estudio comparativo, corresponde a un tipo de estudio analítico, longitudinal, observacional, retrospectivo; ya que se realiza el análisis a partir de los resultados de dos revisiones sistemáticas sobre la evidencia científica de investigaciones primarias, por cuanto los factores de estudio no son controlados por la investigadora y, genera la posibilidad de identificar los efectos de la aplicación del Método Pilates y estimulación multisensorial mediante realidad virtual en el equilibrio dinámico de pacientes con EP.

### **1.4.2. Plan de recolección de datos**

#### **1.4.2.1. Fuentes técnicas e instrumentos**

El presente estudio comparativo incluirá tanto fuentes primarias como secundarias puesto que, comprenderá un análisis de los resultados de dos revisiones sistemáticas realizadas en el año 2019 de artículos publicados en los últimos 10 años (2010-2020). Y también se hará uso de los datos de las fuentes primarias consideradas en las revisiones sistemáticas.

#### **1.4.2.2. Criterios de inclusión y exclusión**

##### **Criterios de inclusión**

Para la elección de las revisiones sistemáticas, se seleccionará aquellas que cumplan con los siguientes elementos: contener las características de la población participante de los estudios analizados, describir el programa del método Pilates o entrenamiento multisensorial (RV) aplicado, presentar los resultados de la investigación y ser medidos mediante la escala de BERG o el Test Timed Up and Go.

##### **Criterios de exclusión**

Las revisiones sistemáticas serán excluidas cuando: la población estudio incluya pacientes con otras deficiencias neurológicas o con enfermedad de Parkinson en estadio grave (mayor al estadio 3 según la escala de Hoehn y Yarh), no permitan el acceso a la información de las características de la población estudio, no contengan el tiempo de aplicación del método de tratamiento o su programa y sean escritas en un idioma distinto al español, inglés o portugués.

#### **1.4.2.3. Palabras clave**

Las palabras clave para la búsqueda serán:

---

### Método Pilates

---

<b>Español</b>	“Enfermedad de Parkinson” Y “Pilates” Y “equilibrio” Y “revisión sistemática”
	“Pilates” Y “Parkinson” Y “equilibrio” Y “revisión sistemática”
	“Parkinson’s disease” AND “Pilates” AND “balance” AND
<b>Inglés</b>	“systematic review”
	“Pilates method” AND “Parkinson’s disease” AND “systematic review”
	“Doença de Parkinson” E “Pilates” E “equilíbrio” E “revisão sistemática”
<b>Portugués</b>	“Método Pilates” E “doença de Parkinson” E “revisão sistemática”

---

### Entrenamiento multisensorial RV

---

<b>Español</b>	“Parkinson” Y “realidad virtual” Y “equilibrio” Y “revisión sistemática”
<b>Inglés</b>	“Parkinson” AND “virtual reality” AND “balance” AND “systematic review”
<b>Portugués</b>	“Parkinson” E “realidade virtual” E “equilíbrio” E “revisão sistemática”

---

**Elaborado por:** Andrea Ramírez

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Enfermedad de Parkinson**

#### **2.1.1. Breve recuento histórico de la enfermedad de Parkinson**

En el año 1817 fue publicado por el doctor James Parkinson, su ensayo: "Essay on the Shaking Palsy", considerándolo como la descripción más detallada semiológicamente hablando, sobre la enfermedad de Parkinson (EP). Pero, cabe recalcar que existían menciones en años anteriores sobre los signos de esta enfermedad y, que incluso el Dr. Parkinson estuvo consciente de aquello, reconociéndolo sin problema, pues existían precedentes descripciones como (Arredondo-Blanco, Zerón-Martínez, Rodríguez-Violante, & Cervantes-Arriaga, 2018): en documentos de los años 2000-1500 a.C, donde se recomendaba cierta planta medicinal con un contenido de un 3% de L- Dopa, para el tratamiento de personas temblorosas (García, López, Meza, Villagómez, & Coral, 2010).

O, en un papiro egipcio entre los años 1500-1200 a.C, donde se hace mención a la sialorrea característica de la EP, mediante el detalle de un rey que por su edad escupía constantemente (Arredondo-Blanco, Zerón-Martínez, Rodríguez-Violante, & Cervantes-Arriaga, 2018). En los años 1706-1767 por Francois Boissier de Sauvages de la Croix, existió una descripción de los distintos temblores en pacientes, haciendo énfasis en aquellos temblores presentes cuando el pacientes se encontraba en reposo, y que desaparecían o disminuían con el movimiento (García, López, Meza, Villagómez, & Coral, 2010).

Es así que, con varios antecedentes, el Dr. James Parkinson, mediante la observación de seis pacientes supo mencionar de la manera más sencilla a la bradicinesia, el temblor y la inestabilidad postural como los signos más característicos de la EP; además, identificó que es una enfermedad progresiva que a un inicio se presenta de manera unilateral y, progresivamente compromete al lado contralateral, generando con el paso del tiempo un mayor riesgo de caídas por el compromiso postural y la dificultad para realizar con precisión los movimientos; convirtiéndolas en significativas aportaciones. Tiempo después, en el año 1881, Jean-Martin Charcot es quien reconoce a la rigidez como uno de los signos cardinales de la EP (Arredondo-Blanco, Zerón-Martínez, Rodríguez-Violante, & Cervantes-Arriaga, 2018).

Es Edouard Brissaud, quien en 1894 sugiere que el Parkinson podría deberse a una alteración en la sustancia nigra (García, López, Meza, Villagómez, & Coral, 2010) y, en 1913 constata la presencia de "inclusiones citoplasmas de alfa-sinucleína localizadas en neuronas del núcleo motor dorsal del nervio vago y del núcleo basal de Meynert" (Arredondo-Blanco,

Zerón-Martínez, Rodríguez-Violante, & Cervantes-Arriaga, 2018,p.721), denominadas posteriormente como cuerpos de Lewy en honor a su descubridor Friedrich Lewy. Constantin Tretiakoff, en el año de 1919 detecta la despigmentación de la sustancia nigra en pacientes con EP fallecidos, y asocia la pérdida de neuronas en la enfermedad. En 1956, Arvid Carlsson, reconoció la disminución de los niveles de dopamina, atribuyéndolo como factor principal. Y fue en el año de 1960 cuando investigadores sustentaron que el elemento fundamental de la EP era la pérdida de células cerebrales productoras de dopamina (García, López, Meza, Villagómez, & Coral, 2010).

### **2.1.2. Definición**

La EP es una enfermedad neurodegenerativa atribuida a un causal combinado de factores ambientales y genéticos, que produce la pérdida progresiva de la sustancia nigra pars compacta del mesencéfalo y la agregación insoluble de proteína alfa-sinucleína (Martínez-Fernandez, Gasca-Salas, Sánchez-Ferro, & Obeso, 2016); que genéticamente hablando, las mutaciones de dicha proteína, son un componente importante de los cuerpos de Lewy, que son inclusiones intracelulares contribuyentes de la patogénesis de la EP (Simon, Tanner, & Brundin, 2019). Es debido a esta neuro-degeneración que se produce una denervación dopaminérgica de las proyecciones de la sustancia nigra pars compacta, que altera la condición fisiológica normal de los ganglios basales. (Martínez-Fernandez, Gasca-Salas, Sánchez-Ferro, & Obeso, 2016). Este conjunto de alteraciones a nivel del sistema nervioso central, origina los principales síntomas motores que son: temblor en reposo, rigidez, bradicinesia e inestabilidad postural, generando una pérdida progresiva de la independencia funcional del paciente con EP (Mollinero, Cancela, & Vila, 2018).

### **2.1.3. Etiología**

Es desconocida la causa específica de la EP, pero se identifican a los factores genéticos y ambientales como relevantes dentro de su etiología. Es así que existen genes con los que se relaciona a la enfermedad como la alfa-sinucleína, que se encarga de la comunicación inter-neuronal en la sinapsis y, forma cuerpos de Lewy (Harris, Fortich, & Díaz, 2012). El riesgo de este gen se debe al número de repeticiones variables del mismo (Castro & Buritica, 2014), predisponiendo al paciente a la enfermedad con un inicio temprano. Existen además, otras mutaciones genéticas con patrones de herencia recesiva o dominante, las mismas que están aún en estudios y se creen son responsables de la presencia de la enfermedad (Rodríguez, Díaz, Rojas, Rodríguez, & Aguilera, 2013).

De igual manera, se sugiere que los factores ambientales juegan un amplio papel en el origen de la EP puesto que de acuerdo a estudios existe cierta relación entre los pesticidas

(Castro & Buritica, 2014) e infecciones virales (Rodríguez, Díaz, Rojas, Rodríguez, & Aguilera, 2013) con el incremento de riesgo de padecer Parkinson.

Otro factor importante es el envejecimiento; debido al declive propio del cuerpo, se van generando cambios en la homeóstasis corporal que inducen a modificaciones en la cromatina celular, lo que de una u otra manera son variaciones predisponentes para la EP (Rodríguez, Díaz, Rojas, Rodríguez, & Aguilera, 2013).

Y, la historia familiar de enfermedades mentales, que es un factor que aún se encuentra en estudio (Castro & Buritica, 2014).

Es debido a esto que a la enfermedad se le atribuye un origen multifactorial, que puede ser variable de paciente a paciente.

#### **2.1.4. Fisiopatología**

Los ganglios basales (GB) son un conjunto de núcleos que se conectan entre sí, formando una red cortico-subcortical mediante sus proyecciones hacia el tálamo y el tronco cerebral (Martínez-Fernandez, Gasca-Salas, Sánchez-Ferro, & Obeso, 2016). El núcleo más grande del conjunto es el cuerpo estriado conformado por: núcleo caudado, putamen, globo pálido y núcleo acumbens. En relación con el cuerpo estriado se encuentra otro núcleo conocido como sustancia negra, la misma que contiene dos porciones, una denominada sustancia negra reticulada con neuronas GABA (inhibitorias), y la otra, sustancia negra compacta, compuesta por neuronas dopaminérgicas que envían neurotransmisores al cuerpo estriado; que es el circuito que se encuentra alterado en la EP (Vargas, 2010).

El cuerpo estriado, considerado la estructura principal de los GB, proyecta impulsos a través de una vía directa y una vía indirecta (Marín, Carmona, Ibarra, & Gámez, 2018). La vía directa (excitadora), trazada hacia la parte reticulada de la sustancia negra y parte medial del globo pálido. Se activa por el glutamato y la dopamina. Produciendo la facilitación de los movimientos iniciados en la corteza motora. La vía indirecta (inhibidora), compuesta por neuronas estriatales desde el putamen, hacia la parte lateral del globo pálido, produce la reducción del estímulo tálamo-cortical a las áreas motoras pre-centrales, de ese modo impide el movimiento voluntario (Vargas, 2010).

La sustancia negra pars compacta, brinda inervación dopaminérgica a las neuronas estriatales de las dos vías, regulando su actividad (Vargas, 2010). Por lo que, debido al daño producirá una notable alteración en la emisión de impulsos de ambas vías, ocasionando la disminución de la actividad locomotora y, el envío de estímulos excitatorios a la corteza motora, traduciéndose como el temblor. Base de los síntomas cardinales de la EP (Marín, Carmona, Ibarra, & Gámez, 2018).

### 2.1.5. Manifestaciones clínicas

La EP produce síntomas motores y se estima que debe existir una pérdida del 80% de células dopaminérgicas para el inicio de estos síntomas, dentro de los cuales se puede identificar los cuatro síntomas cardinales que son: temblor en reposo, rigidez, bradicinesia e inestabilidad postural. Varios de estos factores en asociación, amplían el espectro de afección del otro (Mollinedo-Cardalda, Cancela-Carral, & Vila-Suárez, 2018). Es así que generalmente la enfermedad se diagnostica por los primeros síntomas motores que presentan los pacientes.

- **Bradicinesia:** se refiere a la lentitud al inicio de los movimientos voluntarios, que con el tiempo origina reducción de la velocidad y amplitud de acción (Schulz & Hardy, 2016). Particularidad de la alteración de los ganglios basales. Esta manifestación contiene: la disminución de la amplitud y el atraso para generar un movimiento y; la falta de movimiento, denominados como hipocinesia y acinesia, respectivamente. Así mismo, es importante dar a conocer que a partir de la bradicinesia se puede encontrar otras manifestaciones tales como la sialorrea (hiper-salivación), hipomimia (disminución de la expresión facial), hipofonía (disminución del tono de voz), entre otras (Neri-Nani, 2017).
- **Temblor:** esta manifestación común del Parkinson, es un movimiento involuntario producido en reposo, más común en extremidades superiores, que disminuye con el movimiento voluntario, de manera momentánea (Schulz & Hardy, 2016). Se le ha dado el nombre de temblor en “cuenta monedas”, debido a la posición en oposición del pulgar contra el dedo índice. Es también observable el temblor en labios, mandíbula o piernas en algunos casos (Neri-Nani, 2017).
- **Rigidez:** es la alteración del tono muscular, en donde los músculos se encuentran continuamente tensos, más común en músculos flexores. Pudiendo deberse a la inhibición de la vía tálamo-cortical por la disminución de inervación dopaminérgica (Vargas, 2010). Esta puede presentarse a nivel proximal o distal del cuerpo. Manteniendo el tono muscular constante durante todo el movimiento (Neri-Nani, 2017).
- **Inestabilidad postural:** el trastorno del balance postural es debido a alteraciones en flexión del tronco, miembros superiores e inferiores y cuello, produciendo una postura encorvada clásica de la EP (Gómez-Regueira & Escobar-Velando, 2017). La rigidez es un factor predisponente para la inestabilidad postural en la EP, al

producir estas posturas anormales en flexión debido al tono muscular (Neri-Nani, 2017).

#### **2.1.6. Equilibrio en la enfermedad de Parkinson**

El equilibrio corporal, permite permanecer erguido al ser humano y rotar el cuerpo sin caer, realizando movimientos de aceleración, este es asegurado por la interacción sensorio-motora (Flores, Garcia, & da-Silva, 2011). Existen dos tipos de equilibrio, importantes para la realización de actividades de la vida diaria, tal como sentarse o caminar: el equilibrio estático, que es el encargado de mantener el centro de gravedad corporal dentro de la base de sustentación de la persona, permitiendo la generación de ajustes anti-gravitatorios. Y, el equilibrio dinámico que es el resultado del adecuado manejo de fuerzas que permiten mantener el cuerpo estable cuando este está en movimiento (Villalobos, y otros, 2020).

El equilibrio es dependiente de factores que interactúan entre sí, tales como: las características propias del sujeto, el ambiente y la tarea a realizar. Así también “subsistemas contribuyentes como: el nivel funcional del sistema músculo esquelético, coordinación motora, organización sensorial, capacidades mentales y de atención, así como las capacidades ambientales del contexto” (Debu, De-Oliveira, Correa, & Moro, 2018, p. 2). Por cuanto las variaciones en cualquiera de estos sistemas podrían generar una alteración del equilibrio.

Estas alteraciones pueden ser debidas a enfermedades que involucren distintos sistemas, como al sistema nervioso central (SNC); un claro ejemplo es la EP que puede proporcionar varios causales que originen cambios en el equilibrio de la persona que lo presente, debido a que a más de la deficiente producción de dopamina, compromete a la capacidad del SNC en el procesamiento de señales visuales, vestibulares y propioceptivas, necesarias para mantener el equilibrio (Flores, Garcia, & da-Silva, 2011).

El trastorno del equilibrio en EP es uno de los síntomas más comunes debido a la degeneración de la vía nigro-estriatal; la degeneración producida a nivel de los ganglios basales dan paso a un patrón inhibitorio exacerbado, implicando dificultades para modular las estrategias del equilibrio en paciente con EP, desplazando el centro de gravedad hacia adelante y generando conflicto con el procesamiento de informaciones de los distintos sistemas involucrados en el equilibrio y, al verse imposibilitado de generar movimientos compensatorios pronto, producen usualmente un alto índice de caídas en el paciente con EP (Christofolletti, Tannus, Rocha, & Soares, 2010).

Cabe mencionar que la alteración del equilibrio en conjunto con otras características de la EP, generan en la marcha del paciente un fenómeno conocido como congelación de la marcha, la misma que se define como: “una reducción de la progresión de los pies, pese a tener intención de caminar, quedando como congelado en un lugar” (Palmerani, y otros, 2017, p. 2). De acuerdo a estudios, las señales sensoriales externas tales como la auditiva o visual, generan gran ayuda para el entrenamiento del paciente. Este fenómeno se convierte en un factor importante a considerar, debido a sus implicaciones (Palmerani, y otros, 2017).

### **2.1.7. Alteraciones cognitivas en la enfermedad de Parkinson**

Los mecanismos motores alterados característicos de la enfermedad, suelen interactuar con las disfunciones cognitivas, generando un mayor impacto en la calidad de vida del paciente con EP, por cuanto es necesario su conocimiento (Debu, De-Oliveira, Correa, & Moro, 2018).

Desde las investigaciones iniciales de las alteraciones cognitivas presentes en la EP, se señalaba que estas se correlacionaban con la gravedad de los síntomas motores, precepto aceptado en la actualidad de acuerdo a investigaciones generadas (Bocanegra, Trujillo, & Pineda, s.f.).

En la EP tanto en niveles iniciales como avanzados, se encuentran ciertos trastornos cognitivos, dentro de los cuales se presenta el déficit de la función ejecutiva. Esta función comprende habilidades cognitivas complejas como: la anticipación, generación del plan de acción, selección y ejecución del plan y, flexibilidad mental para modificar la estrategia ante alteraciones en el ambiente. Las funciones ejecutivas son reguladas por la corteza pre-frontal y las conexiones con estructuras subcorticales como los ganglios basales y el cerebelo, por cuanto la variabilidad en estas conexiones, podría generar la alteración de las funciones ejecutivas (Abel, y otros, 2006).

Dentro de las alteraciones de las funciones ejecutivas que se presentan en la EP, se encuentra el déficit en la inhibición de respuestas y en la planificación (Gallardo, y otros, 2014). A más de este déficit, también se puede presentar alteraciones cognitivas como:

Alteraciones de la atención, de modo que el mantener la atención voluntaria en tareas se encuentra disminuido, asociándolo a la presencia de cuerpos de Lewy, característicos del Parkinson.

Trastorno visuo-espacial, asociado a alteraciones motoras y al déficit cognitivo, de modo que el paciente con EP tiende a no identificar adecuadamente las tareas que implican un concepto espacial (Rodríguez & Lugo, 2012)

Las distintas alteraciones a nivel cognitivo en el paciente con EP, puede producir complejidades en el desarrollo de las actividades de la vida diaria (Guevara & Morales, 2017).

### **2.1.8. Estímulos sensoriales en pacientes con enfermedad de Parkinson**

Los estímulos sensoriales, que pueden provenir del medio ambiente en el que se desarrolla el paciente con EP o desde sí mismo, permiten la facilitación del movimiento tanto automático como repetitivo. Proporcionando información de cómo se debe realizar la acción (Cardoso, y otros, 2009). De acuerdo a Viñas, 2009, el uso de estímulos sensoriales externos se ha ido convirtiendo en un recurso relevante en el proceso de facilitación de la ejecución del movimiento en los pacientes con EP.

Las pistas sensoriales pueden ser de tres tipos:

- Auditivas: ritmo de la música o sonidos concretos.
- Visuales: guías visuales, gafas con realidad virtual.
- Somato-sensoriales: estímulos táctiles, propioceptivos, vibratorios.
- Cognitivas: imágenes, proyecciones virtuales propias.

Con anterioridad se ha estudiado la facilitación de alteraciones motoras en EP, mediante el uso de estímulos sensoriales, identificando su efectividad. Es así que de acuerdo a los resultados, este modo de rehabilitación puede proporcionar mejorías, debido a la necesidad de cambiar las estrategias para realizar un movimiento que produce en el paciente, generando la búsqueda de un proceso más corto para la ejecución del movimiento (Cardoso, y otros, 2009). Existe la apreciación de autores que explican que la mejoría de la movilidad en pacientes con EP a partir del entrenamiento sensorial, puede deberse a que “los estímulos alcanzarían el córtex pre-motor y el área motora suplementaria «*bypaseando*» (desviándose de) a los ganglios basales, compensando así los mecanismos deficitarios” (Muñoz, Cano-de-la-Cuerda, & Miangolarra, 2013, p. 196). O, que las rutinas motoras dejen de ser rutinas, de modo que mediante este entrenamiento en el paciente con EP, se evite el depender del circuito motor pálido-tálamo-corteza motora suplementaria y, al producir atención y concentración profunda el movimiento se convierta en un proceso más consciente (Cardoso, y otros, 2009).

Según Seco-Calvo, Gago-Fernández, Cano-de-la-Cuerda, & Fernández-de-las-Peñas, 2012, la aplicación de estímulos sensoriales en conjunto con el entrenamiento tradicional de la marcha, produce mejorías en el equilibrio dinámico y la movilidad funcional en

pacientes con EP, por cuanto manifiestan que es una técnica válida que debería ser considerada por los neuro-rehabilitadores.

## **2.2. El método Pilates**

### **2.2.1. Historia de del método Pilates**

El método Pilates (MP) fue creado por el alemán Joseph Hubertus Pilates, quien debido a las enfermedades que padecía: raquitismo, fiebre reumática y asma; se concentró en el estudio de las diversas maneras de movimiento corporal, lo que lo llevó a la creación de su método durante la primera Guerra Mundial. Pues, quería ser quien se encargue del estudio necesario para generar ejercicios que le ayudasen a mejorar de alguna manera su calidad de vida (Grudtner & Mannrich, 2009).

Es así que en base a la medicina Oriental, usaba sus conocimientos en anatomía, fisiología, la natación, el boxeo, el yoga y la meditación, involucrando incluso los movimientos de los animales para el desarrollo del método. Luego, viaja a Inglaterra, en donde como enfermero en un campo de concentración, enseña a los otros la aplicación de su método, que únicamente fue reconocido, cuando los militantes de ese campo de concentración no cedieron ante la influenza que había llegado con furia a otros campos (Marés, de-Oliveira, Piazza, Preis, & Bertassoni, 2012).

Luego de un tiempo mejorando su método en su país natal, viajó a Estados Unidos, en donde la técnica era utilizada por importantes bailarines que sufrían lesiones, pero es solo Joseph Pilates quien lo utilizaba y no es hasta los años 90 cuando el método fue abriendo paso internacionalmente en el área de la rehabilitación (Grudtner & Mannrich, 2009). Joseph Pilates llamó a su método como el Arte del Control, pues se refiere a la habilidad del ser humano para moverse de la manera más consciente y con dominio físico, de manera que pueda existir coordinación del cuerpo, la mente y el espíritu, intentando evitar alteraciones en el cuerpo mediante actividades que generen bienestar o tratar las causas de enfermedad mediante este método (Marés, de-Oliveira, Piazza, Preis, & Bertassoni, 2012).

### **2.2.2. Principios del método Pilates**

El método Pilates puede ser utilizado por cualquier persona sin importar su edad o condición física, siempre y cuando a un inicio de la misma sea supervisada y enseñada por una persona con conocimiento basto en el mismo. Este método tiene características importantes que lo hacen tan flexible ante quien lo pueda ejecutar. No genera impactos

debido a que los ejercicios presentados en el mismo no se tratan sobre correr o saltar y, si los ejercicios son ejecutados de una manera adecuada no generan dolor ni estrés en los mismos, permitiendo crear un hábito diario en su práctica (Brignell, 2009).

Es así que en su base en la totalidad del ser humano, busca la conexión entre su mente, cuerpo y espíritu, pensando en que la persona que lo practica pueda encontrar su equilibrio y desarrollar al máximo su potencial en estos tres aspectos. Y la aplicación de sus principios permite desarrollar estabilidad, refinar la postura y mejorar la mecánica del movimiento, contribuyendo al bienestar de quien lo practique (Isacowitz, 2014). Joseph Pilates afirmaba que cuando se producía la estimulación de células en el cuerpo que se encontraban inactivas, de igual manera se generaba este despertar en neuronas inactivas, incidiendo en que el estímulo corporal produce un mejor funcionamiento mental, de tal manera le atribuye a los músculos el entrenamiento del cerebro (Isacowitz, 2014).

Existen principios base característicos del método, pues es una técnica que no se basa en sus ejercicios como eje sino, en la aplicación de sus principios, integrando así la consciencia corporal y el esfuerzo físico, por cuanto encaminados a su conocimiento es necesario detallarlos:

### **Principio 1: Concentración**

Pilates consideraba que cualquier ejercicio que no fuese realizado con el compromiso del cerebro, no era un ejercicio hecho, se tiene en cuenta el principio de la concentración como el centro del método. De esta manera, la concentración en el movimiento del ser permite la cooperación entre los mismos, evitando movimientos extraños al que se esté realizando, pues pese a que los ejercicios parezcan simples, necesitan estar aliados a una concentración profunda que permita su adecuada ejecución (Brignell, 2009). La concentración debe ser tomada en cuenta como un conector entre la conciencia y el movimiento, pues la conciencia hace más referencia a un estado mental, para percibir el movimiento mientras que la concentración es un proceso más cognitivo produciendo el entendimiento del movimiento. De esta manera su combinación origina un estado de meditación que permite un estado profundo del trabajo aprovechando el método (Isacowitz, 2014).

### **Principio 2: Control**

El control es fundamental en el método Pilates, este es un proceso consciente, que intenta volver al movimiento parte del ser que lo realiza (Isacowitz, 2014). Pilates se refería al control cerebral y muscular, pues se basa en que el cerebro dirige el movimiento que se quiere realizar, de modo que el músculo con su comando creará la fuerza e intensidad adecuada acorde a lo dictado por el cerebro (Brignell, 2009). Y este control debe ser

llevado a cabo desde el principio del movimiento hacia el final y durante la transición a otro, pues lo que se busca es la ligereza y elegancia propia del movimiento humano que se ha quedado abandonado en el pasar del tiempo, es de este modo que se consiguen músculos flexibles, pues se enseña al músculo a trabajar en su elongación; así mismo, el trabajo sinérgico entre músculos, con el fin de producir un movimiento, permite que el cuerpo humano adquiera más equilibrio y coordinación (Herman, 2007).

### **Principio 3: Centración**

Pilates se refería al centro del cuerpo como el lugar desde el cual todo movimiento es generado, por cuanto hay que prestarle mucha atención, pues es aquí donde se encuentran varios músculos: abdominales, lumbares y glúteos, que tienen más de una función y proporcionan estabilidad al cuerpo (Brignell, 2009). Es aquí también donde se sitúa el centro de gravedad, tan importante para la generación de estabilidad corporal. Además, este principio no se refiere solamente a las zonas anatómicas corporales tan relevantes, sino también a unir cuerpo, mente y espíritu en la ejecución del método (Isacowitz, 2014).

### **Principio 4: Respiración**

La respiración es sumamente relevante en el Pilates, pues es necesario dejar de lado la respiración superficial, producto de vidas sedentarias a la que se está acostumbrado, para empezar a profundizar en la misma, convirtiéndose en un trabajo no muy fácil a realizar, pues la respiración debe ser constante mientras se realiza un movimiento fluido; si no fuese de esa manera, los músculos se tensan cuando la respiración está contenida y generan alteraciones posturales, por cuanto es necesario el fluido movimiento y respiración, así se consigue un adecuado control corporal (Herman, 2007). Es mediante la respiración adecuada que se consigue la oxigenación del cuerpo y por ende una eliminación de dióxido de carbono necesaria para el funcionamiento corporal. En cuanto a este apartado Pilates señaló que la respiración debería concentrarse en ser generada con inhalaciones que produzcan la expansión abdominal, permitiendo el trabajo del músculo principal de la inspiración que es el diafragma, dando lugar a la expansión lateral de las costillas, de aquí el nombre de esta técnica de respiración como: respiración lateral (Brignell, 2009). “La respiración es el primer acto de vida y también el último” (Pilates citado en Isacowitz, 2014, p. 8). Por cuanto su importancia es innegable, permite el movimiento natural del cuerpo humano y es el inicio para la educación neuromuscular, considerándose principio base del método al relacionarse también con el tranquilizar la mente y el espíritu. Proporcionando al cuerpo varios beneficios como: oxigenar la sangre, nutrir las células del cuerpo, eliminar toxinas, favorecer la concentración, marcar el ritmo del movimiento, mejorar la circulación, entre otras (Isacowitz, 2014).

### **Principio 5: Fluidez**

Los ejercicios en el método Pilates, sus repeticiones y transiciones forman parte de un todo que debe ser continuo en cada movimiento, es así que estos deberían ser iguales en intensidad y velocidad de ejecución. A lo que Joseph Pilates lo considera más como un sentimiento, pues los movimientos fluidos con el pasar del tiempo permiten sentir el ritmo de su ejecución (Brignell, 2009). Lo que hace al método parecido a la danza, que entrena al cuerpo para moverse libremente con ritmo constante y proporcionando elongación de los músculos del cuerpo. Integrando al sistema neuromusculoesquelético en cada movimiento (Herman, 2007). Fisiológicamente la fluidez se construye con la regulación entre la activación de las fibras musculares y el movimiento de las articulaciones, que combinados con la respiración, crean la fluidez en el movimiento corporal (Isacowitz, 2014).

### **Principio 6: Precisión**

En este principio se ve implicada la conciencia espacial, de manera que en cada movimiento se genere el entendimiento de la posición del cuerpo, sabiendo en donde empieza y termina un movimiento (Herman, 2007). La exactitud en los movimientos en el método Pilates es indispensable que permite visualizar cada movimiento, y al ser un factor complejo de consolidar, será la muestra de que su ejecución va consiguiéndose con mayor conciencia (Brignell, 2009). También, al generar mayor conciencia del movimiento corporal, se consigue el aislamiento muscular necesario para profundizar el ejercicio que se esté realizando, convirtiéndose en la base de la precisión para producir fines correctivos en la persona que practica el Pilates (Isacowitz, 2014).

### **Principio 7: Repetición**

Este principio intenta crear memoria del movimiento ejercido con todos los elementos anteriormente mencionados, de esta manera el cuerpo produce el movimiento con mecanismos adecuados para una ejecución correcta, que siga ayudando al bienestar de quien lo practica. El método permite de esta manera el aprendizaje de los músculos y el sistema nervioso para aprovechar las capacidades corporales (Brignell, 2009).

### **Principio 8: Aislamiento**

El aislamiento según Pilates, busca que el movimiento se produzca de una manera coordinada, siendo un paso importante para la integración en los movimientos a realizar (Brignell, 2009), entendiendo que se necesita de la coordinación de varios músculos y, que así se trabaje tanto con los agonistas y antagonistas de la acción, es aquí donde cabe la oposición; en donde se busca la asimilación de lo antes propuesto, de que cuando se desea realizar una acción, el cuerpo tiene músculos que lo realizan y otros que se oponen

al movimiento por cuanto, los primeros se encontrarán tensos y los segundos no, con el fin de permitir que la acción se ejecute adecuadamente. Así como existen también aquellos músculos que colaboran en el accionar, denominados sinergistas (Herman, 2007).

### **2.2.3. Pilates como método de rehabilitación**

Las características del Pilates, lo hacen una opción viable para el área de rehabilitación, el mismo que puede ser utilizada en distintos escenarios. Específicamente hablando de la afectación neurológica, se sabe de acuerdo a Bobath, que existe la posibilidad de una reorganización cerebral, mediante la facilitación de los estímulos adecuados. De acuerdo a estudios existen evidencias de que cuando una parte del sistema nervioso central (SNC) se ha visto afectado, las neuronas de su alrededor pueden dirigirse por distintas vías a la afectada, para encontrar un mecanismo que produzca la funcionalidad perdida o se acerque a la misma, esto mediante la repetición funcional que es un principio relevante del método Pilates (Bosco-Calvo, 2016).

Es así que el Pilates se ha ido modificando para el tratamiento de patologías, de modo que se incluyen varios principios a los originales para ser aplicados en un entorno rehabilitador. En consecuencia, los principios considerados en el método como herramienta de rehabilitación son:

- Respiración
- Estabilización y control central
- Disociación del movimiento
- Flexibilización articular y muscular
- Fortalecimiento muscular y alineamiento postural
- Integración (Bosco-Calvo, 2016)

#### **2.2.3.1. Objetivos**

Es importante entender que la rehabilitación hace referencia a el uso de medios funcionales para producir funcionalidad, por lo que lo que hace el paciente en rehabilitación es indispensable. Por cuanto es necesario hablar de las acciones propuestas por Pilates como método rehabilitador:

##### **Rehabilitar la fuerza muscular**

Son tres elementos esenciales en la rehabilitación de la fuerza muscular mediante el MP:

- La precisión y la eficacia en el movimiento hacen que se produzca mayor fuerza y control en los pacientes, por otro lado, permite la disminución de lesiones a causa del

entrenamiento tradicional basado en la fuerza, muchas veces sin medida, para incrementar fuerza.

- Si el fortalecimiento es fundamental, se deberá trabajar el músculo en determinados ejercicios, o en cadena muscular, permitiendo que el proceso sea analítico.
- Y por último, el sistema que se utiliza es de gran importancia así se destaca tres factores importantes: intensidad, calidad y dirección del movimiento.

Es necesario recordar que la base del MP es la estabilización, por cuanto al reconocer a los músculos corporales como estabilizadores y motores, el MP se centra en primer lugar en el trabajo en los músculos estabilizadores, ya que concentra su atención que del centro se origina el resto de movimientos. Y luego si el proceso en los músculos motores, para generar una eficiencia en el movimiento (Bosco-Calvo, 2016).

### **Restablecer el control neuromuscular**

Este control se genera a partir de la respuesta del SNC ante los estímulos sensoriales que recibe desde el medio externo. De esta manera la reeducación del control neuromuscular busca que estas percepciones generadas en cada movimiento sean reorganizadas. Por cuanto es necesario tener en cuenta que el aprendizaje motor consta de dos fases:

- Elaboración de programa motor básico: con la participación de las cortezas parietal y frontal, mediante un proceso lento, necesita la participación consciente.
- Búsqueda de vías alternas: el cerebro intenta minimizar las vías para la ejecución del movimiento, pero cuando el programa motor se ha fijado, es complicado cambiarlo, llevando tiempo en que suceda (Bosco-Calvo, 2016).

### **Recuperar la integridad funcional**

Se hace referencia al movimiento funcional, la recuperación del aspecto anatómico, mecánico y fisiológico. Que trabaje en conjunto distintos factores como el físico, neurológico, psicológico y permita así la mejoría del movimiento en coordinación, agilidad y habilidad (Bosco-Calvo, 2016).

### **Conseguir la conexión mente-cuerpo**

Referente a la búsqueda de la consciencia corporal, conectando el cuerpo con la mente con el fin de garantizar salud global. Es un proceso importante para la recuperación funcional, identificar, sentir sin temor las sensaciones, los estímulos externos que permitan información más adecuada para la rehabilitación (Bosco-Calvo, 2016).

#### **2.2.4. El método Pilates en la Enfermedad de Parkinson**

El MP brinda varios beneficios a quienes lo practican, pero es importante reconocer que no existe amplia evidencia científica sobre los beneficios que proporciona a la EP de acuerdo a Mollinedo & Cancela, 2018, quienes señalan que podría hacerse hincapié en un principio sobre los efectos generados en adultos mayores, considerando que la población de Parkinson es mayormente adulta mayor.

De acuerdo a Cancela, Oliveira & Rodriguez-Fuentes, 2014, citados por Tejada, Díaz, González, & Ruiz, 2020 algunos de los beneficios del MP en personas adultas mayores son: el aumento de la fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad, equilibrio estático y dinámico. De modo que permite la reducción de caídas en los adultos mayores, mejora el control postural, preservando así la independencia funcional de los adultos mayores.

En estudios sobre los efectos originados a partir de la aplicación del MP en Parkinson, se han podido constatar varios beneficios coincidentes con los expuestos anteriormente sobre personas adultas mayores, así por ejemplo según do-Carmo, Vilas, Azevedo, & Pinheiro, 2017 , quienes con el objetivo de identificar los efectos del MP en las aptitudes físicas de los pacientes con EP, encontraron la optimización de las mismas, en aspectos como: fuerza y flexibilidad muscular, coordinación, equilibrio, alineación postural y velocidad de la marcha. De-Freitas, Zager, & Campbell, 2015 señalan que luego de la aplicación del MP, los pacientes con EP mejoran su calidad de vida, pues su aplicación permite la mejoría en la postura, rigidez y disminuye la dependencia de los pacientes.

Así también, Johnson, y otros, 2013, luego de su estudio realizado en cuanto al efecto del MP sobre el equilibrio de personas con EP, pudieron constatar que existen diferencias significativas entre las medidas pre y post-tratamiento de los test aplicados, concluyendo en que existe un efecto positivo en el entrenamiento del equilibrio luego de la aplicación del MP. Además de señalar que ayuda a mejorar varios aspectos de la marcha de los pacientes con EP, proporcionando mayor confianza al momento de caminar y disminuyendo la dependencia funcional de los mismos. Por cuanto, aunque la evidencia es escasa, existen beneficios en la aplicación del MP en los pacientes con EP.

#### **2.4. Realidad virtual**

La realidad virtual es la simulación del entorno real por medio de dispositivos electrónicos que pretenden ser lo más similares a la realidad y que permite la interacción de las personas en distintos grados (Peñasco, y otros, 2010)

Las personas pueden identificar el entorno virtual como real, de modo que permita procesos de inmersión y así genere gran imaginación. También, se puede obtener

retroalimentación sobre el medio ambiente virtual mediante el uso de hardware tales como guantes o dispositivos de fuerza. Y, las imágenes proyectadas ayudan al proceso cognitivo en cuanto a la imaginación y concepto que se le pueda dar a la información visual que está recibiendo. Y origina interés en su proceso debido al tipo de información novedosa que proporciona (Chen, y otros, 2020).

Se puede recibir, de la interacción con el sistema de RV, información auditiva, visual, táctil, acompañando el movimiento necesario para el desarrollo del programa. Existen varios interfaces que permiten la interacción de la persona con el sistema de RV, es así que los sistemas son variables en cuanto a la inmersión de la persona con el mismo, identificando el término como el grado de percepción del ambiente virtual por parte de la persona. Es así que la RV puede ser de dos tipos (Viñaz-Diz & Sobrido-Prieto, 2016):

- Inmersiva: el entorno virtual tridimensional es originado por el ordenador y, la interacción del usuario es por medio de un hardware (elemento físico), especializado para el programa virtual tal como: guantes, cascos de visualización, cabinas, entre otras (Bayón & Martínez, 2010). De este modo la inmersión del usuario es completa con el escenario virtual presente, bloqueando los estímulos del mundo real (Viñaz-Diz & Sobrido-Prieto, 2016)
- Semiinmersiva o no inmersiva: aquí, el usuario percibe información tanto del mundo real como del entorno virtual (Viñaz-Diz & Sobrido-Prieto, 2016). La interacción del usuario no necesita hardware especializados, está dada por medio de un teclado o ratón que son propios de un ordenador (Bayón & Martínez, 2010).

#### **2.4.1. Realidad virtual en la rehabilitación de la enfermedad de Parkinson**

Es un sistema que ha ido ganando espacio en el área de rehabilitación por sus resultados en la mejoría de las capacidades motoras de los pacientes, y más aún en pacientes con patologías neurológicas (Viñaz-Diz & Sobrido-Prieto, 2016). La accesibilidad a los videojuegos ha permitido su uso y selección para el campo de rehabilitación, pero cabe señalar que existen limitaciones en juegos comerciales, en cuanto a la graduación de intensidad necesaria para cada paciente y la adaptación a su condición (Bayón & Martínez, 2010).

De acuerdo a la evidencia científica, la aplicación de RV, ayuda a determinar la dirección del movimiento y la posición del paciente en el espacio, gracias a la integración sensorial que permite. Este método de rehabilitación requiere que el paciente mantenga alineación corporal, una superficie de apoyo adecuada, control de los estímulos. Además que permite la repetición de ejercicios con retroalimentación sobre su progreso, ideal para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con EP. Es de este modo que la RV permite la

integración de capacidades motoras y cognitivas (Chen, y otros, 2020). Las actividades que se realizan diariamente, necesitan varios componentes para que puedan ser desarrollados de manera independiente, dentro de estos, se encuentran la estabilidad y la cognición. Y, la rehabilitación en los pacientes con EP mediante RV, permite el desarrollo de estos componentes, es así que puede mejorar el equilibrio, la función motora y la sensibilidad sensorial. Por cuanto se reconoce como método relevante para mantener la independencia de los pacientes (Chen, y otros, 2020).

El uso de RV como un método de rehabilitación, ha originado resultados positivos en las características clínicas de los pacientes con EP. Pero cabe recalcar que muchos de los estudios realizados se han centrado en programas de RV de alto coste y no reproducibles fuera del contexto clínico. Por lo que Holmes, Gu, Johnson, & Jenkins, 2013, en su estudio con el fin de identificar los efectos de RV en el equilibrio de los pacientes con EP, adoptaron los programas con Nintendo Wii, con la intención de llevarlo a un ambiente más sustentable, que permite la participación de los pacientes en sus propios tiempos, mediante juegos atractivos, es así que encontraron que la aplicación de RV es una opción viable para el entrenamiento del equilibrio, al proporcionar una tendencia general de resultados positiva. Sale, 1986, citado por Holmes, Gu, Johnson, & Jenkins, 2013 señala que la adaptación neuromuscular en el cuerpo humano se genera a partir de las 6 semanas de un programa de entrenamiento y, de acuerdo a Mujika & Padilla, 2000<sup>a</sup>, citado por Holmes, Gu, Johnson, & Jenkins, 2013, si el programa no es alterado al tiempo de 6 semanas creando demandas adicionales, el desempeño no seguirá progresando. Por lo que es importante adaptar esta información a la rehabilitación mediante RV para obtener el mayor grado de beneficio posible en quien se esté aplicando.

## **2.5. Hipótesis**

Son efectivas las intervenciones para el tratamiento del equilibrio dinámico de pacientes con EP, tanto del método Pilates como del entrenamiento multisensorial mediante realidad virtual.

## **2.6. Operacionalización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
<b>Edad</b>	Tiempo de vida de una persona, desde el momento en el que nació.	Cualitativa	Adulto joven	Persona con edad entre 18-35 años.	Número de personas que correspondan a adulto joven.	Nominal
			Adulto maduro	Persona con edad entre 36-59 años.	Número de personas que correspondan a adulto maduro.	
			Adulto mayor joven	Persona con edad entre 60-74 años.	Número de personas que correspondan a adulto mayor joven.	
			Adulto mayor viejo	Persona con edad entre 75-84 años.	Número de personas que correspondan a adulto mayor viejo.	
<b>Género</b>	Identidad sexual, en relación a ideas, creencias, experiencia sexual, atribuciones sociales.	Cualitativa	Género femenino	Identidad constituida socialmente, con características de una mujer.	Número de personas que correspondan al género femenino.	Nominal
			Género masculino	Identidad constituida socialmente, con características de un hombre.	Número de personas que correspondan al género masculino.	
<b>Estadio Parkinson</b>	Etapas de evolución de la enfermedad de Parkinson, medida con la escala de Hoehn y Yahr.	Cualitativa	Estadio 1	Afectación unilateral	Número de personas que correspondan al estadio 1 de la escala de Hoehn y Yahr.	Ordinal
			Estadio 1.5	Afectación unilateral y axial.	Número de personas que correspondan al	

					estadio 1.5 de la escala de Hoehn y Yahr.		
				Estadio 2	Afectación bilateral sin alteración del equilibrio.	Número de personas que correspondan al estadio 2 de la escala de Hoehn y Yahr.	
				Estadio 2.5	Afectación bilateral leve con recuperación del pull-test.	Número de personas que correspondan al estadio 2.5 de la escala de Hoehn y Yahr.	
				Estadio 3	Afectación bilateral leve a moderada; cierta inestabilidad postural, pero físicamente independiente.	Número de personas que correspondan al estadio 3 de la escala de Hoehn y Yahr.	
<b>Equilibrio</b>	Característica que permite mantener el centro de gravedad del cuerpo dentro de la base de sustentación.	Cualitativa		Estático	Mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación del cuerpo sin que esta se altere.	Instrumentos para valorar el equilibrio estático.	Nominal
				Dinámico	Proyección del centro de gravedad acorde a la modificación de la base de sustentación.	Instrumentos para valorar el equilibrio dinámico.	
<b>Método de tratamiento</b>	Procedimiento a seguir para el	Cualitativa	Método Pilates		Técnica de tratamiento basada	Número de pacientes con intervención	Nominal

<p>tratamiento de enfermedades o síntomas.</p>		<p>en mantener la fuerza del centro corporal y atención en la respiración a la que se le atribuye la mejora de la postura, Flexibilidad, fuerza, coordinación y del equilibrio.</p>	<p>mediante el método Pilates.</p>
	<p>Realidad virtual</p>	<p>Técnica de tratamiento basada en la simulación en tiempo real de un entorno proporcionando la activación de múltiples canales sensoriales.</p>	<p>Número de pacientes con intervención mediante método sensorial.</p>

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

## CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 3.1. Resultados

En la tabla 1 se pueden observar las características de la población participante en 8 estudios analizados en la revisión sistemática sobre la efectividad del Método Pilates. La estadística es reportada como media  $\pm$  desviación estándar. Se encontró una población principalmente adulta joven y adulta mayor, a juzgar por el promedio de la edad.

**Tabla 1.** Características de los participantes de la revisión sistemática sobre los efectos del Método Pilates.

<b>Método Pilates</b>	
Número de estudios incluidos en la revisión sistemática	8
Número participantes	149
Edad	63,77 $\pm$ 5.94

**Fuente:** IMB SPSS Statistic software.

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

La tabla 2 indica la frecuencia de los estadios de Parkinson de los pacientes de los estudios de la revisión sistemática sobre la efectividad del Método Pilates, de acuerdo a la escala de Hoehn & Yahr. Se observa una mayor frecuencia de casos con un estadio de la enfermedad en un rango de leve a moderado (I-III). Pudiendo convertirse en un indicador de que el Pilates está direccionado a pacientes en estadios de la EP que no involucran dependencia física.

**Tabla 2.** Estadios escala Hoehn & Yahr estudio Método Pilates.

<b>Estadio (H&amp;Y)</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Estadios (H&amp;Y)</b>	I-III	5	62,5
	II-III	2	25,0
	Diagnóstico médico	1	12,5
	Total	8	100,0

**Fuente:** IMB SPSS Statistic software.

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

La tabla 3 señala las características de la población participante de 16 estudios analizados en la revisión sistemática de los efectos de la Realidad Virtual. La estadística se reporta como media  $\pm$  desviación estándar. En dichos estudios se identificó una mayor cifra de pacientes con EP en grupos poblacionales adultos jóvenes y adultos mayores de género

masculino. Quienes pertenecían, según la escala de Hoehn & Yahr, a estadios de la enfermedad de leve a moderado (I-III).

**Tabla 3.** Características de los participantes de la revisión sistemática sobre los efectos de la Realidad Virtual.

<b>Realidad Virtual</b>	
<b>Número de estudios incluidos en la revisión sistemática</b>	16
<b>Número pacientes</b>	555
<b>Edad</b>	66,10±3.62
<b>Género Femenino</b>	36,20±13.87
<b>Género Masculino</b>	63,23±14.22
<b>Estadio (H&amp;Y)</b>	2.22

**Fuente:** IMB SPSS Statistic software.

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

En la tabla 4 se puede visualizar el promedio de los resultados de los estudios analizados en las revisiones sistemáticas, en cuanto al efecto en el equilibrio dinámico de la intervención terapéutica mediante el método Pilates y, realidad virtual. Identificando efectividad en la aplicación de mencionados métodos para el entrenamiento del equilibrio dinámico en pacientes con EP. El Test Timed Up and Go (TUGT), fue utilizado para la medición pre y post-tratamiento.

**Tabla 4.** Promedio de los resultados de los estudios incluidos en las revisiones de literatura.

<b>Media resultados estudios</b>			
	<b>N. estudios</b>	<b>Media TUG (seg.)</b>	<b>Desv. Desviación</b>
<b>Método Pilates</b>	3	1,1167 Hedges' g	,88625
<b>Realidad Virtual</b>	7	-1,9800 WMD	1,95912

**Fuente:** IMB SPSS Statistic software.

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

En la revisión sistemática sobre los efectos del método Pilates en la enfermedad de Parkinson, fueron incluidos 8 estudios de los cuales 4 fueron estudios controlados aleatorizados y los 4 restantes estudios controlados no aleatorizados. Tomaron en cuenta únicamente a los 4 estudios aleatorizados para el procesamiento de datos para el meta-análisis. El método analizado en la mayoría de estudios fue el método Mat Pilates, asistido

solamente con bandas elásticas o balones suizos para su ejecución, exceptuando uno de ellos en el que se utilizó la máquina de Pilates-Reformer, para su aplicación. El tiempo de aplicación del método fue entre 6 a 12 semanas, de 2 a 3 sesiones por semana con una duración de 60 minutos por sesión.

El 75% de los estudios que fueron incluidos en el meta análisis, con un total de 82 participantes, valoraron el equilibrio mediante la aplicación de TUGT. En dichos estudios se encontró una diferencia significativa a favor del método Pilates con valores grandes (según *d* de Cohen, en donde el tamaño del efecto se considera: pequeño (0,2), mediano (0,5) y grande (0,8)) para el tamaño de efecto calculado mediante *g* de Hedges. De este modo, el efecto sumatorio global reportado fue de 1,09, con un intervalo de confianza (IC) del 95% de 0,14, 2,05, una significación estadística de  $p < 0.001$ ; además se encontró que los estudios tuvieron una alta heterogeneidad estadística de 74,3%;  $p < 0,05$ ; datos visibles en la tabla 5. Es así que, de acuerdo a los estudios analizados se aceptó el supuesto de que la aplicación del Método Pilates influye en el tamaño de efecto del equilibrio dinámico, indicando mayores mejorías en TUGT que los grupos de comparación que realizaron intervenciones terapéuticas tradicionales.

**Tabla 5.** Tamaño del efecto de la aplicación del Método Pilates.

<b>Método Pilates</b>					
<b>N. estudios incluidos en la Revisión Sistemática</b>	<b>Hedges' g TUG (seg.)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Heterogeneidad/ Sig.</b>	<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>	
				<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
3	1,09	0,001	74,3% / 0,020	0,14	2,05

**Fuente:** IMB SPSS Statistic software.

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

Por otro lado, la revisión sistemática de los efectos de la realidad virtual como entrenamiento rehabilitador sobre la marcha y el equilibrio en pacientes con EP, incluyó 16 estudios controlados aleatorizados, los mismos que fueron tomados en cuenta en el meta análisis de la revisión. El método aplicado fue en base a ejercicios y entrenamiento motor mediante la tecnología de realidad virtual, por medio de la simulación en tiempo real de un entorno virtual permitiendo diferentes tipos de interacción sensorial. La duración del tiempo de aplicación del método va de un rango de 4 a 12 semanas, de 2 a 5 sesiones semanales y de 30 a 60 minutos por sesión.

El 43,75% de los estudios del meta análisis, con 218 participantes, valoraron las estimaciones de TUGT sobre el equilibrio. En mencionados estudios se evidenció un efecto

significativo de la aplicación de realidad virtual sobre el mismo, de modo que la diferencia de medias ponderadas global fue de -1,95, con intervalo de confianza (IC) del 95% de -2, 81,-1,08, una significación estadística de  $p < 0,01$ ; igualmente se encontró una moderada heterogeneidad estadística entre los estudios de 60,1%,  $p = 0,001$ ; datos visibles en la tabla 6. De modo que se aceptó la premisa de que existe efecto significativo de la aplicación de realidad virtual sobre el equilibrio dinámico, evaluado a través de TUGT.

**Tabla 6.** Tamaño del efecto de la aplicación de Realidad Virtual.

Realidad Virtual					
N. estudios incluidos en la Revisión Sistemática	WMD TUG (seg.)	Sig.	Heterogeneidad/ Sig.	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
7	-1,95	0,01	60,1% / 0,010	-2,81	-1,08

**Fuente:** IMB SPSS Statistic software.

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

La tabla 7 presenta los resultados del análisis comparativo de los tamaños del efecto sobre el equilibrio dinámico entre: la aplicación del método Pilates y la aplicación de realidad virtual, calculado mediante la prueba T-student para muestras independientes. De este modo produjo un resultado en el que no se encuentra una diferencia estadística significativa entre los tamaños de efecto. Es por esto que, se considera que los valores de ambos métodos tienen una magnitud estadística similar.

**Tabla 7.** Análisis comparativo de los tamaños de efecto del método Pilates y de realidad virtual.

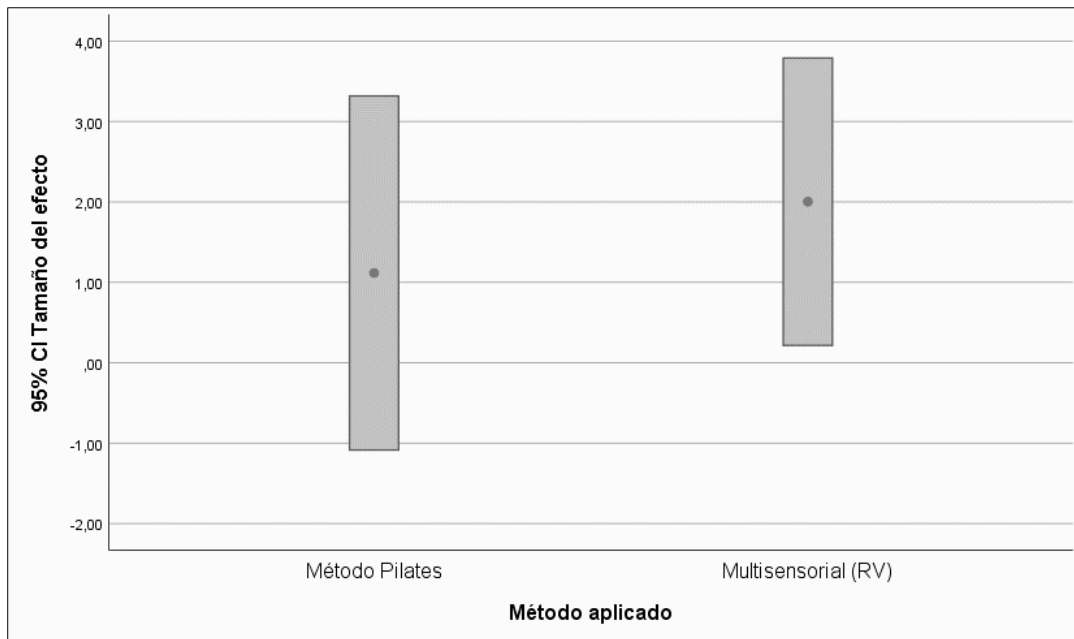
		Análisis comparativo de los tamaños de efecto entre los métodos									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
<b>Tamaño del efecto</b>	Se asumen varianzas iguales	,939	,361	-,742	8	,479	-,88619	1,19429	-3,64023	1,86785	
	No se asumen varianzas iguales			-,994	7,740	,350	-,88619	,89160	-2,95429	1,18191	

**Fuente:** IMB SPSS Statistic software.

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

La figura 1 nos indica las medias del tamaño de efecto de la aplicación de los métodos: Pilates y Realidad Virtual (representadas por las marcas grises dentro de las barras), junto con sus intervalos de confianza, analizados en la comparación mediante la prueba T-student. Se puede observar que, aunque hay diferencias visibles entre sus medias, sus intervalos de confianza (IC) se superponen, lo que indica que existe una baja concentración de sus valores; de esta manera, permite inferir en que hay cierta similitud entre sus medias, coincidiendo con los resultados del cálculo comparativo mediante la prueba T-student, en donde no se encontró una diferencia estadística significativa.

**Figura 1.** Tamaño de efecto de la aplicación del método Pilates y de Realidad Virtual.



**Fuente:** IBM SPSS Statistic software.

**Elaborado por:** Andrea Ramírez (2020).

### **3.2. Discusión**

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los efectos de la aplicación del método Pilates y el entrenamiento multisensorial mediante el uso de realidad virtual, como tratamientos del equilibrio dinámico en pacientes con EP, a partir de los datos de dos revisiones sistemáticas. De esta manera, se encontró que tanto el Pilates como la aplicación de realidad virtual son métodos que influyen positivamente en el entrenamiento del equilibrio dinámico, considerándolos efectivos luego de un promedio de 5 a 12 semanas de aplicación. No obstante, las evidencias señalan que estos resultados deben ser utilizados con cautela debido a las circunstancias propias de cada estudio.

Las características de los participantes evaluados en las revisiones sistemáticas coinciden en algunos aspectos como la edad promedio, perteneciendo la mayoría de las muestras a los grupos adulto joven y adulto mayor; de igual manera el estadio de Parkinson de los pacientes se encuentra en un rango de leve a moderado (I-III) según la clasificación de Hoehn & Yahr (1967), por lo que los resultados encontrados serán representativos para estos grupos poblacionales.

De acuerdo a la revisión sistemática de Braz, Dutra, Souza, Scianni, & Coelho-de-Morais (2018), las características poblacionales de los estudios que fueron analizados en esta revisión, que tuvo como objetivo analizar la eficiencia de la aplicación de Nintendo Wii en los resultados funcionales de los pacientes con Parkinson, coinciden con las características de edad y estadio de Parkinson de las muestras de los estudios analizados en las revisiones sistemáticas incluidas en la presente investigación. Convirtiéndose de cierta manera en un indicador de que estos métodos de rehabilitación alternativos, están direccionados a grupos de Parkinson en estadios que no involucran una disfunción grave, siendo así posible su cooperación, considerando que, la clasificación según la escala de Hoehn & Yahr (1967) valora en una categoría de leve a moderada (estadios I-III) a aquellos pacientes en quienes pese a existir cierta disfunción, aún son físicamente independientes (Jiménez-Jiménez, Alonso-Navarro, Luquin, & Burguera, 2015).

Con relación a los efectos de la aplicación del método Pilates sobre el equilibrio dinámico en pacientes con EP, de acuerdo a los resultados proporcionados del meta-análisis de la revisión sistemática, existe una diferencia estadísticamente significativa entre antes y después de la aplicación de dicho método, que permite señalarlo como un método efectivo que mejora las condiciones en declive del equilibrio dinámico de los pacientes con EP evaluado mediante TUG. La evidencia señala que estas diferencias

se pueden observar, luego de un promedio de 6 a 12 semanas de aplicación del método en mención y, comparado con los grupos control de los estudios analizados en los que se llevó a cabo intervenciones fisioterapéuticas convencionales para el entrenamiento del equilibrio dinámico.

Pandya, Nagendran, Shah, & Chandrabharu (2017) señalan que tanto la intervención del método Pilates como del programa habitual de tratamiento, proporcionaron mejoras significativas en el equilibrio funcional (integración del equilibrio estático y dinámico para la ejecución adecuada de las actividades de la vida diaria), pero enfatizan en que la intervención del método Pilates conduce a mejoras estadísticamente mayores en comparación con la terapia convencional. Por otro lado, Mollinedo-Cardalda, Cancela-Carral & Vila-Suárez (2018) y Daneshmandi, Sayyar, & Bakhshayesh (2017) afirman que existen mejoras significativas sobre el equilibrio dinámico en los grupos experimentales de sus estudios con la aplicación del método Pilates y, no son significativos los resultados de los grupos control. Esto evidencia la efectividad de la aplicación del método Pilates como entrenamiento del equilibrio en pacientes con EP, siendo más efectivo que los métodos tradicionales.

Una de las contribuciones del método Pilates para la mejoría del efecto en el equilibrio dinámico pudo ser debido al patrón de ejercicios del método, que se centra en la respiración y el mantenimiento de la postura estable, permitiendo que sea una intervención basada en múltiples tareas que genere conciencia propia de elementos necesarios para el movimiento como: la cinestesia, coordinación y propiocepción, proporcionando al paciente conciencia de su cuerpo y del movimiento que el mismo es capaz de producir (Pandya, Nagendran, Shah, & Chandrabharu, 2017). Es importante considerar que el movimiento corporal merece una percepción más completa y compleja de la que se le ha otorgado en la medicina occidental con la que se desenvuelve la mayoría de profesionales del área de la salud, buscando el entendimiento del mismo desde una perspectiva holística que permita darle a sus partes la importancia adecuada en su comprensión para la rehabilitación, creando un óptimo abordaje (García, 2013).

García (2013) menciona que existen autores que consideran que la experiencia proporcionada a cada ser humano por medio de su mente y sentidos de manera consciente, afecta al equilibrio corporal y por ende a su movimiento, y esto se complementa con lo dicho por Bertherat & Bernstein (2006) como se citó en García (2013), que para tomar conciencia del propio cuerpo es necesario entenderlo completo. El cuerpo, el espíritu, lo psíquico y lo físico, no son términos de dualidad sino de unidad consciente. Coincidiendo con la definición dada por Joseph Pilates a su método,

considerándolo como: una ciencia y desarrollo hecho arte, tanto del cuerpo como de la mente y el espíritu, entendiéndolos como un todo. Y que permite generar estabilidad y un adecuado equilibrio corporal mediante movimientos naturales, control consciente y la aplicación de sus principios como: el alineamiento, concentración, control y respiración (Massey, 2010).

Del mismo modo, la aplicación de estímulos multisensoriales, mediante realidad virtual (RV) como entrenamiento del equilibrio dinámico, produjo resultados positivos, de acuerdo con los datos estadísticos analizados de la revisión sistemática en pacientes con EP. Reconociendo de esta manera que el entrenamiento basado en RV es más efectivo que el tratamiento convencional para mejorar el equilibrio dinámico, luego de un promedio de 4 a 12 semanas de su aplicación. Supuesto constatado luego de mediciones pre y post tratamiento mediante TUG.

Cabe mencionar que dos de los estudios analizados en cuanto al equilibrio dinámico, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la comparación entre el grupo experimental y el grupo control, pero sí, disminución del tiempo de ejecución del test TUG entre las medidas pre y post-tratamiento en cada grupo, es así que señalaron que las dos intervenciones fueron diseñadas de un modo semejante, atribuyendo a este factor la similitud de los resultados entre los dos grupos; también mencionaron, de acuerdo a estos resultados, que las dos intervenciones (RV y el entrenamiento convencional) resultaron propiamente efectivas para el entrenamiento del equilibrio dinámico. Por otro lado, Alves, y otros (2018) quienes compararon dos intervenciones de RV (Nintendo Wii™ y Xbox™ Kinect) para el entrenamiento del equilibrio, pudieron comprobar que existe una reducción significativa del tiempo de ejecución del test TUG, pero el entrenamiento del equilibrio mediante Nintendo Wii™ tuvo mayor diferencia estadística entre pre y post test. Este resultado se otorga a la falta de sensibilidad del Xbox™ Kinect para rastrear el centro de desplazamiento del paciente; por otra parte, Nintendo Wii cuenta con un tablero de equilibrio o Wii Balance Board (WBB), que se considera como una referencia visual que facilita el movimiento del paciente dentro de los límites necesarios para desarrollar el tratamiento de la mejor manera.

Esto se contrasta con lo dicho por Özgönenel, Çağırıcı, Çabalar, & Durmuşoğlu (2016), quienes afirman que la efectividad sobre el equilibrio dinámico encontrada en su estudio de la aplicación de Xbox™ Kinect, se debe a la libertad de movimiento que tuvieron los participantes, sin necesidad de un elemento externo que pueda quitar la atención del paciente de su objetivo principal y generar miedo a caídas. Ambos estudios

coinciden en que los pacientes con EP presentan dificultades para realizar tareas dobles y mantener la atención en las mismas. Y confieren el papel de distractores a los distintos elementos mencionados con anterioridad. Por lo que los desvíos atencionales se convierten en factores a considerar en la efectividad de aplicación de métodos de rehabilitación basados en RV, que no dejan de tener resultados positivos en el entrenamiento del equilibrio dinámico, pero si influyen en la magnitud de los mismos. Es importante señalar que la participación activa de los pacientes con EP, en el entrenamiento del equilibrio dinámico mediante RV, permite la activación cognitiva y la activación de neuronas espejo, mediante la referente visual de su participación en la pantalla. Así proporcionan conexiones en el sistema neural que permite mejorar su aprendizaje y rendimiento motor (Laio, y otros, 2014).

Existen muy pocas investigaciones sobre los cambios a nivel del sistema nervioso central (SNC) que la rehabilitación mediante RV pueda generar, pero de acuerdo a estudios, se explica que el *feedback* sensorial generado, permite la activación de las neuronas espejo ya mencionadas, las mismas que mediante un mecanismo de imitación producen aprendizaje motor en el paciente (Bayón & Martínez, 2010). Además, Peñasco, y otros (2010) señalan que en la neuro-rehabilitación existen tres elementos importantes: repetición, *feedback* y motivación. La repetición que cumple un papel importante, pero no es el único, puesto que para que tengan lugar los cambios a nivel nervioso central es necesario que esté conectado a un *feedback* sensorial. Y la motivación que, por su parte, origina adherencia del paciente al método. Lo que incide en la relevancia de ciertos elementos como la retroalimentación sensorial para producir efectos positivos en el entrenamiento del equilibrio.

De acuerdo al análisis comparativo del tamaño de efecto de la aplicación del Método Pilates y la Realidad Virtual (RV), no se encontró diferencia estadística significativa entre sus valores, por lo que es considerable que ambos métodos tienen efectos positivos en el entrenamiento del equilibrio dinámico en pacientes con EP y, de acuerdo a sus características, podrían aplicarse de manera conjunta, con el fin de obtener mejores resultados.

En estadios tempranos de la enfermedad de Parkinson, no es observable la dimensión real de varias de las alteraciones motoras presentes como debilidad muscular y alteraciones del equilibrio, pero estas se encuentran relacionadas con la bradicinesia y la rigidez. Por otro lado, los ganglios basales son indispensables en la integración sensorial, estructuras involucradas en la enfermedad y, pese a que en la clínica son sutiles las alteraciones sensoriales observables, existen estudios que afirman que estos

pacientes presentan alteraciones en la propiocepción y percepción del movimiento, sobrestimando el mismo (King & Horak, 2009). Es por esto que su rehabilitación, debería tener un enfoque completo. Siendo necesario un entrenamiento sensorial y motor en los pacientes, debido a la alteración presente en su agilidad; de esta manera se permite un control neuronal dinámico que ayude a enfrentar las distintas tareas y ambientes. Así, la aplicación del método Pilates y realidad virtual, como coadyuvantes en la rehabilitación de los pacientes con EP, de manera conjunta, abarcarían el entrenamiento del aspecto sensorial y motor tan relevantes en esta población (King & Horak, 2009).

En un estudio en el que se analizó los efectos de la aplicación del método Pilates en el desempeño físico funcional de adultos mayores (población en la que se producen cambios fisiológicos que alteran ciertas capacidades motoras como el equilibrio), concluyeron que su aplicación conduce a mejorías en el desempeño del equilibrio dinámico, haciendo referencia a que, pese a que aún es debatida, la relación entre la fuerza muscular y el equilibrio, ciertas evidencias científicas sugieren que el mantener la fuerza muscular de miembros inferiores y del tronco, permite mantener el equilibrio estático y dinámico dentro de parámetros normales que permitan la independencia de las personas (Bueno, Marcon, Faria, Pontes, & Caldeira, 2017) Según Mollinedo (2019), el método Pilates, es una modalidad de ejercicio físico, que mejora la flexibilidad, circulación, y genera el fortalecimiento de zonas específicas del cuerpo, evidenciando en algunos estudios el aumento de la fuerza de la musculatura de miembros inferiores y tronco.

De acuerdo a Ramírez, Ortiz, & Cano-de-la-Cuerda (2017), la aplicación de RV como entrenamiento del equilibrio en EP, produce beneficios debido a la demanda sensorial y cognitiva que genera para su participación en el método. La RV produce la simulación de un entorno real y el desenvolvimiento de tareas comparables a las de la vida real, convirtiéndose en un método de rehabilitación atractivo de usar por sus características (Gil, Elizagaray, de-la-Puente, & Yepes, 2018). Dicho método además genera un *feedback* sensorial que es necesario entrenar para mejorar el equilibrio dinámico. De acuerdo a estudios, la estimulación sensorial se ha convertido en una técnica relevante para mantener la autonomía motora en la enfermedad de Parkinson (Seco-Calvo, Gago-Fernández, Cano-de-la-Cuerda, & Fernández-de-las-Peñas, 2012).

Esta evidencia convierte a ambos métodos en alternativas de rehabilitación de pacientes con EP, que permiten alcanzar los objetivos propuestos en cuanto al equilibrio, mediante la conciencia corporal generada y trabajando al cuerpo como un todo. De modo que, se produzca el entendimiento del cuerpo humano como unidad

funcional, que depende de la interacción armónica de cuerpo (físico), mente y espíritu para su bienestar.

Cabe destacar que, a más de los resultados positivos generados en el entrenamiento del equilibrio dinámico, los estudios coinciden en que la aplicación del método Pilates y de RV como métodos de rehabilitación funcional, permiten una mejor adherencia al plan de tratamiento. En cuanto a RV atribuyéndolo a factores como: la creación de ambientes similares a la vida real y seguros, que pueden ser replicados en casa (Yang, Wang, Wu, Lo, & Lin, 2015), la aplicación mediante consolas de juegos que generan diversión proporcionando un efecto positivo y, que pueden ser adquiridos a bajos costos para ser replicados (Özgönenel, Çağırıcı, Çabalar, & Durmuşoğlu, 2016). Y, el origen de conciencia corporal y del movimiento que busca el método Pilates (Suárez-Iglesias, Miller, Seijo-Martinez, & Ayán, 2019). Es así que tanto RV como Pilates se convierten en una opción viable de terapia en el hogar para pacientes que tienen dificultades para desplazarse hacia los centros de rehabilitación. Que, actualmente, dentro del contexto de pandemia mundial, es una importante consideración pues, estas alternativas de fisioterapia, podrían convertirse en vías aceptables para continuar con el tratamiento necesario para los pacientes con EP, en un entorno seguro y sin exponerlos a un riesgo de contagio.

### **Limitaciones**

Dentro de las limitaciones más relevantes de la presente investigación se encuentran:

La falta de detalle en cuanto a la estructura de las actividades aplicadas en las intervenciones de los estudios analizados, dificultando su replicación.

Además, al existir varias maneras de aplicarlos como es en el caso de RV, existen diversos puntos de vista de los autores quienes coinciden en la efectividad del método, pero discrepan en cuál es la mejor opción de aplicación de acuerdo con si se consideran a los elementos externos como posibilidades de *feedback* sensorial o por otro lado como un distractor.

Se encontró también un reducido número de estudios analizados en las revisiones sistemáticas; los idiomas utilizados para sus búsquedas y la exclusión de literatura gris (considerada como literatura no convencional, semi-publicada y de difícil acceso), que se convierten en factores que podrían generar un importante sesgo de información en el estudio actual.

Por otra parte, los pequeños tamaños de muestra presentes en los estudios, podrían dificultar el poder estadístico en los análisis. Asimismo, la coincidencia de estadios de la enfermedad, de leve a moderado (I-III según H&Y) en los que fueron aplicados los métodos, limita su efectividad a este grupo, sin poder generalizarlo a la población de Parkinson en estadios más avanzados de la enfermedad.

Es importante destacar que la similitud que intentaron darle a las intervenciones de los grupos control y experimentales de algunos estudios, podría influir en las diferencias observadas, haciendo que el sistema de medición no sea tan sensible para detectar las diferencias presentes. Y, cabe mencionar que, al ser una investigación comparativa de estudios previos, los datos y conjeturas expuestas deben ser interpretados con cautela.

### **Aplicación Clínica y Práctica**

En base al análisis realizado en el presente estudio, la aplicación de cualquiera de los dos métodos: Pilates o Realidad Virtual, mejoran las condiciones del equilibrio dinámico en pacientes con EP, de modo que contribuyen en la prevención de caídas y el mantenimiento de la independencia funcional. Dadas las características de los mencionados métodos de rehabilitación, permiten su aplicación simultánea, ya que abarcan de mejor manera los elementos necesarios en el entrenamiento preventivo del declive en el equilibrio.

Por otro lado, la alta acogida y permanencia de los pacientes en estos métodos de tratamiento, los convierte en alternativas de bajo costo y gran alcance, factibles para generar un impacto mantenido en el tiempo e incluso al poder ser aplicados mediante medios virtuales como la tele-rehabilitación que, encajando en el escenario actual de pandemia a nivel mundial, evitaría el traslado a centros de salud de los pacientes con EP, al ser una población de riesgo. Siendo entonces el nuevo giro de la fisioterapia moderna en este nuevo contexto.

## CONCLUSIONES

- Los pacientes con EP participantes de los estudios analizados en las revisiones sistemáticas, tanto de la aplicación del método Pilates como Realidad Virtual (RV), pertenecen principalmente a un grupo de población adulta joven y adulta mayor con una edad promedio de  $64.93 \pm 4.78$ , con un diagnóstico de la enfermedad en un rango de leve a moderado (I-III) de acuerdo a la escala de Hoehn & Yahr. Y con predominio de género masculino de la población en el estudio de RV con un 63,23%.
- La aplicación del método Pilates en pacientes con EP, produce resultados estadísticamente significativos sobre el equilibrio dinámico, con un tamaño de efecto sumatorio global igual a 1,09.
- La rehabilitación en pacientes con EP con estímulos multisensoriales mediante Realidad Virtual, es una alternativa efectiva para el entrenamiento del equilibrio dinámico que genera un efecto estadísticamente significativo, con una diferencia de medias ponderadas global de -1,95 para el Test Timed Up and Go.
- No existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tamaños de efecto de la aplicación del método Pilates y la Realidad Virtual como alternativas de entrenamiento del equilibrio dinámico en pacientes con EP.
- Se determina que tanto la aplicación del método Pilates como del entrenamiento multisensorial, mediante Realidad Virtual, son intervenciones efectivas para el tratamiento del equilibrio dinámico en pacientes con EP, por lo que se acepta el supuesto planteado en el presente estudio.

## RECOMENDACIONES

- Se espera que la presente disertación se convierta en una pauta para estudiantes o investigadores, generando interés en el estudio de la aplicación de métodos alternativos en terapia física. De modo que sirvan de guía en la rehabilitación y se produzca mayor evidencia científica de extensa ayuda, en distintos contextos.
- Se sugiere que la investigación se aplique en muestras poblacionales más grandes con el fin de extender el nivel de generalización de los resultados.
- También, que el programa de rehabilitación se presente a detalle en cuanto a la estructura de las actividades aplicadas (ejercicios) y duración del tratamiento, con el fin de permitir su réplica. Y evite generar intencionalmente la similitud entre el programa de rehabilitación del grupo control y el del grupo experimental aplicados; permitiendo obtener datos estadísticos que puedan ser comparados y alcanzar diferencias.
- Finalmente, se considera interesante recomendar el estudio de la aplicación combinada de los dos métodos estudiados, de modo que genere conocimiento sobre el efecto de los mismos en el equilibrio dinámico. Puesto que las características de estos métodos, permiten trabajar de manera holística las alteraciones del equilibrio. Comprendiendo mente, cuerpo y ambiente para su ejecución, elementos importantes en el entrenamiento del equilibrio en pacientes con EP.

## REFERENCIAS

- Abel, C., Stein, G., Pereyra, S., Ñano, G., Arakaki, T., Garretto, N., Sica, R. (2006). Estudio comparativo de las funciones ejecutivas entre pacientes con enfermedad de Parkinson y pacientes con enfermedad degenerativa cerebelosa. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 64(3-B), 814-823. doi:10.1590/S0004-282X2006000500021
- Alves, M., Mesquita, B., Morais, W., Leal, J., Satler, C., & dos-Santos, F. (2018). Nintendo Wii™ Versus Xbox Kinect™ for Assisting People With Parkinson's Disease. *SAGE*, 125(3), 546-565. doi:10.1177/0031512518769204
- Arredondo-Blanco, K., Zerón-Martínez, R., Rodríguez-Violante, M., & Cervantes-Arriaga, A. (2018). Breve recorrido histórico de la enfermedad de Parkinson a 200 años de su descripción. *Gaceta Médica de México*, 154, 719-726. doi:10.24875/GMM.18003702
- Bayón, M., & Martínez, J. (2010). Rehabilitación del ictus mediante realidad virtual. *Rehabilitación*, 44(3), 256-260. doi:10.1016/j.rh.2009.11.005
- Bocanegra, Y., Trujillo, N., & Pineda, D. (s.f.). Demencia y deterioro cognitivo leve en la enfermedad de Parkinson: una revisión. *Neurología*, 59(12), 555-569. doi:10.33588/rn.5912.2014082
- Bosco, J. (2012). *Pilates Terapéutico - Para la rehabilitación del aparato locomotor* (Vol. 1). Madrid, España: Médica Panamericana.
- Bosco-Calvo, J. (2016). Fundamentos del método Pilates. En J. Bosco-Calvo, *Pilates Terapéutico para la rehabilitación del aparato locomotor* (págs. 14-20). Madrid: Panamericana.
- Bosco-Calvo, J. (2016). Objetivos y metodología de la rehabilitación basada en Pilates. En J. Bosco-Calvo, *Pilates terapéutico para la rehabilitación del aparato locomotor* (págs. 36-39). Madrid: Panamericana.
- Brandão, M., Cassetari, P., Teixeira, B., Ballalai, H., & Mahmoud, S. (2016). Impact of Parkinson's disease in the performance of balance with different attentional demands. *Fisioterapia e Pesquisa*, 23(4). doi:10.1590/1809-2950/16659423042016
- Braz, N., Dutra, L., Souza, P., Scianni, A., & Coelho-de-Morais, C. (2018). Eficácia do Nintendo Wii em desfechos funcionais e de saúde de indivíduos com doença

de Parkinson: uma revisão sistemática. *Fisioterapia e Pesquisa*, 100-106.  
doi:10.1590/1809-2950/17131825012018

- Brignell, R. (2009). *The Pilates Handbook*. Nueva York: The Rosen Publishing Group.
- Bueno, R., Marcon, L., Faria, A., Pontes, F., & Caldeira, R. (2017). Effects of Mat Pilates on Physical Functional Performance of Older Adults: a Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 1-41. doi: 10.1097/PHM.0000000000000883
- Byners, K., Wu, P., & Whillier, S. (2017). Is Pilates an effective rehabilitation tool? *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 192-202.  
doi:10.1016/j.jbmt.2017.04.008.
- Cardoso, T., Álvarez, C., Díaz, A., Méndez, C., Sabater, H., & Álvarez, L. (2009). Trastornos de la marcha en la Enfermedad de Parkinson: aspectos clínicos, fisiopatológicos y terapéuticos. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 1(2), 131-146. Recuperado de <https://files.sld.cu/rehabilitacion-neuro/files/2010/05/trastornos-de-la-marcha-en-la-enfermedad-de-parkinson.pdf>
- Castro, A., & Buritica, O. (2014). Enfermedad de parkinson: criterios diagnósticos, factores de riesgo y de progresión, y escalas de valoración del estadio clínico. *Acta Neurológica Colombiana*, 30(4), 300-306. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-87482014000400010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-87482014000400010)
- Chen, L., Cai, G., Weng, H., Wang, Y., Chen, Y., Chen, X., & Ye, Q. (2020). The Effect of Virtual Reality on the Ability to Perform Activities of Daily Living, Balance During Gait, and Motor Function in Parkinson Disease Patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 99(10), 917-924.  
doi:10.1097/PHM.0000000000001447
- Christofoletti, G., Tannus, R., Rocha, E., & Soares, C. (2010). Eficácia de tratamento fisioterapêutico no equilíbrio estático e dinâmico de pacientes com doença de Parkinson. *Fisioterapia e Pesquisa*, 17(3), 259-263. doi:10.1590/S1809-29502010000300013
- Daneshmandi, H., Sayyar, S., & Bakhshayesh, B. (2017). The effect of a Selective Pilates program on Functional Balance and Falling Risk in Patients with

- Parkinson's Disease. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*.  
doi:10.5812/zjrms.7886
- Debu, B., De-Oliveira, C., Correa, J., & Moro, E. (2018). Managing Gait, Balance, and Posture in Parkinson's Disease. *Current neurology and neuroscience reports*, 18(5). doi:10.1007/s11910-018-0828-4
- De-Freitas, M., Zager, M., & Campbell, C. (2015). A influência do método Pilates na instabilidade postural e qualidade de vida do paciente com doença de Parkinson. *Fisioterapia Brasil*, 16(2), 155-159. Recuperado de <http://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/fisioterapiabrasil/article/view/278/473>
- Do-Carmo, V., Vilas, L., Azevedo, A., & Pinheiro, I. (2017). Aptidão física de idosos com doença de Parkinson submetidos à intervenção pelo método Pilates. *Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano*, 14(2), 183-194. doi:10.5335/rbceh.v14i2.7006
- Flores, F., Garcia, A., & da-Silva, P. (2011). Avaliação do equilíbrio corporal na doença de Parkinson-Physical balance evaluation in Parkinson disease. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 15(2), 142-150. doi:10.1590/S1809-48722011000200004
- Gallardo, M., Burriel, L., Cabello, J., Valencia, C., Corrales, M., Carrasco, S., & Vaamonde, J. (2014). Congelación de la marcha y funciones ejecutivas en la enfermedad de Parkinson avanzada. *Nuerología Argentina*, 6(1), 17-22. doi:10.1016/j.neuarg.2013.11.002
- García, F. (2013). Reflexiones en Torno al Movimiento Corporal Humano desde una Perspectiva Multidimensional y Compleja. *Ciencia e Innovación en Salud*, 1(1), 78-91.
- García, S., López, B., Meza, É., Villagómez, A., & Coral, R. (2010). Breve reseña histórica de la enfermedad de Parkinson. De la descripción precipitada de la enfermedad en el siglo XIX, a los avances en Biología Molecular del padecimiento. *Medicina Interna de México*, 26(4), 350-373. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2010/mim104h.pdf>
- Gil, A., Elizagaray, J., de-la-Puente, L., & Yepes, Ó. (2018). Efectividad de los programas de inmersión virtual en los pacientes con enfermedad de Parkinson.

Revisión sistemática. *Revista de neurología*, 66(3).

doi:10.33588/rn.6603.2017459

- Gómez, J., Casas, M., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2016). Efectos de los estímulos auditivos en la fase de iniciación de la marcha y de giro en pacientes con enfermedad de Parkinson. *Neurología*, 1-12. doi:10.1016/j.nrl.2016.10.008
- Gómez-Regueira, N., & Escobar-Velando, G. (2017). Tratamiento fisioterapéutico de las alteraciones posturales en la enfermedad de Parkinson. Revisión sistemática. *Fisioterapia*, 39(1), 33-43. doi:10.1016/j.ft.2016.02.002
- Grudtner, A., & Mannrich, G. (2009). Pilates na Reabilitação: uma revisão sistemática. *Fisioterapia em Movimento*, 22(3), 449-445. Recuperado de <https://periodicos.pucpr.br/index.php/fisio/article/view/19479/18823>
- Guevara, E., & Morales, C. (2017). El screening cognitivo en la enfermedad de Parkinson: una revisión teórica. *Revista de Psicología*, 11-19. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2223-30322017000200003&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2223-30322017000200003&script=sci_abstract)
- Harris, R., Fortich, N., & Díaz, A. (2012). Fisiopatología y manifestaciones bucales de la enfermedad de Parkinson: Una revisión actualizada. *Avances en Odontoestomatología*, 29(3), 151-157. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v29n3/original4.pdf>
- Herman, E. (2007). *Pilates con accesorios*. Barcelona: Paidotribo.
- Hoehn, M., & Yahr, M. (1967). Parkinsonism: onset, progression, and mortality. *Neurology*, 17(5), 427- 441. doi:10.1212/WNL.17.5.427
- Holmes, J., Gu, M., Johnson, A., & Jenkins, M. (2013). The Effects of a Home-Based Virtual Reality Rehabilitation Program on Balance Among Individuals with Parkinson's Disease. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*, 31(3), 241-253. doi:10.3109/02703181.2013.814743
- Horak, F., Mancini, M., Carsol, P., Nutt, J., & Salarian, A. (2016). Balance and Gait Represent Independent Domains of Mobility in Parkinson Disease. *Physical Therapy*, 96(9), 1364-1371. doi:10.2522/ptj.20150580
- Isacowitz, R. (2014). *Pilates, Manual completo del Método Pilates* (Segunda ed.). Barcelona: Paidotribo.

- Jiménez-Jiménez, F., Alonso-Navarro, H., Luquin, M., & Burguera, J. (2015). Trastornos del movimiento (I): conceptos generales, clasificación de los síndromes parkinsonianos y enfermedad de Parkinson. *Medicine*, 11(74), 4415-4426. doi:10.1016/j.med.2015.02.010
- Johnson, L., Putrino, D., James, I., Rodrigues, J., Stell, R., Thickbroom, G., & Mastaglia, F. (2013). The effects of a supervised Pilates training program on balance in Parkinson's disease. *Advances in Parkinson's disease*, 2(2), 58-61. doi:10.4236/apd.2013.22011
- King, L., & Horak, F. (2009). Delaying Mobility Disability in People With Parkinson Disease Using a Sensorimotor Agility Exercise Program. *Physical Therapy*, 89(4), 384-393. doi:10.2522/ptj.20080214
- Laio, Y.-Y., Yang, Y.-R., Cheng, S.-J., Wu, Y.-R., Fuh, J.-L., & Wang, R.-Y. (2014). Virtual Reality–Based Training to Improve Obstacle-Crossing Performance and Dynamic Balance in Patients With Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 1-10. doi:10.1177/1545968314562111
- Lee, N., Lee, D., & Song, H. (2015). Effect of virtual reality dance exercise on the balance, activities of daily living, and depressive disorder status of Parkinson's disease patients. *Physical Therapy Science*, 145-147.
- Leiva, A., Martínez-Sanguinetti, M., Troncoso-Pantoja, C., Nazar, G., Petermann, F., & Celis-Morales, C. (2019). Chile lidera el ranking latinoamericano de prevalencia de enfermedad de Parkinson. *Revista médica de Chile*, 147(1), 530-536. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v147n4/0717-6163-rmc-147-04-0535.pdf>
- Liao, Y.-Y., Yang, Y.-R., Cheng, S.-J., Wu, Y.-R., Fuh, J.-L., & Wang, R.-Y. (2015). Virtual Reality–Based Training to Improve Obstacle-Crossing Performance and Dynamic Balance in Patients with Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(7), 658-667. doi:10.1177/1545968314562111
- Lupiani, L. (2018). *La realidad virtual y su aplicación en la rehabilitación de la enfermedad de Parkinson*. (Tesis de maestría). Universidad Miguel Hernández. Recuperado de <http://193.147.134.18/bitstream/11000/5557/1/M%C2%AALuisa%20Lupiani%20Ruiz%20TFM%20pdf.pdf>

- Marés, G., de-Oliveira, K., Piazza, M., Preis, C., & Bertassoni, L. (2012). A importância da estabilização central no método Pilates: uma revisão sistemática. *Fisioterapia em Movimento*, 25(2), 445-451. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/fm/v25n2/v25n2a22.pdf>
- Marín, D., Carmona, H., Ibarra, M., & Gámez, M. (2018). Enfermedad de Parkinson: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. *Revista Universidad Industrial de Santander*, 50(1), 79-92. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/suis/v50n1/0121-0807-suis-50-01-00079.pdf>
- Martínez-Fernandez, R., Gasca-Salas, C., Sánchez-Ferro, Á., & Obeso, J. (2016). Actualización en la enfermedad de Parkinson. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 27(3), 363-379. doi:10.1016/j.rmclc.2016.06.010
- Massey, P. (2010). *Anatomía & Pilates*.
- Mollinedo, I. (2019). *Efectos de la aplicación del Método Pilates en población diagnosticada de Enfermedad de Parkinson*. (Tesis doctoral), Universidade de Vigo, España.
- Mollinedo, I., & Cancela, M. (2018). *Manual de aplicación del método Pilates en enfermedad de Parkinson*. España: Wanceulen.
- Mollinedo-Cardalda, I., Cancela-Carral, J., & Vila-Suárez, M. (2018). Effect of a Mat Pilates Program with TheraBand on Dynamic Balance in Patients with Parkinson's Disease. Feasibility Study and Randomized Controlled Trial. *Rejuvenation Research*, 21(5), 423-430. doi:10.1089/rej.2017.2007
- Mollinero, I., Cancela, J., & Vila, M. (2018). Effect of a Mat Pilates Program with TheraBand on Dynamic Balance in Patients with Parkinson's disease. *Rejuvenation research*, 5(21), 423-430. doi:10.1089/rej.2017.2007
- Montalvo, J., Montalvo, P., Albear, L., Intriago, E., & Moreira, D. (2017). Prevalencia de la Enfermedad de Parkinson: estudio puerta-puerta en la provincia de Manabí-Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 26(1), 23-26. Recuperado de <http://revecuatneurolog.com/wp-content/uploads/2017/09/Prevalencia-Enfermedad-de-Parkinson.-Prevalence-of-Parkinsons-Disease..pdf>
- Muñoz, E., Cano-de-la-Cuerda, R., & Miangolarra, J. (2013). Guías visuales como herramienta terapéutica en la enfermedad de Parkinson. Una revisión sistemática. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 48(4), 190-197. doi:10.1016/j.regg.2013.03.002

- Neri-Nani, G. (2017). Síntomas motores de la enfermedad de Parkinson. *Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*, 45(2), 45-50. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revneuneupsi/nnp-2017/nnp172c.pdf>
- Özgönenel, L., Çağırıcı, S., Çabalar, M., & Durmuşoğlu, G. (2016). Use of Game Console for Rehabilitation of Parkinson's Disease. *Balkan Medical*, 396-400. doi:10.5152/balkanmedj.2016.16842
- Palmerani, L., Rocchi, L., Mazilu, S., Gazit, E., Hausdorff, J., & Chiari, L. (2017). Identification of Characteristic Motor Patterns Preceding Freezing of Gait in Parkinson's Disease Using Wearable Sensors. *Frontiers in Neurology*, 8, 1-12. doi:10.3389/fneur.2017.00394
- Pandya, S., Nagendran, T., Shah, A., & Chandrabharu, V. (2017). Effect of Pilates Training Program on Balance in Participants with Idiopathic Parkinson's Disease - an Interventional Study. *International Journal of Health Sciences and Research*, 7(5), 186-196. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-Pilates-Training-Program-on-Balance-in-Pandya-Nagendran/caeebb677740dc6ce3d3758c52cac901be6a0922?p2df>
- Peñasco, B., de-los-Reyes, A., Gil, Á., Bernal, A., Pérez, B., & de-la-Peña, A. (2010). Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorehabilitación. *Neurología*, 51(8), 481-488.
- Ramírez, M., Ortiz, R., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2017). Eficacia de los videojuegos comerciales en el tratamiento del equilibrio y la marcha en la enfermedad de Parkinson. *Rehabilitación*, 1-11. doi:10.1016/j.rh.2017.11.003
- Rodríguez, C., & Lugo, L. (2012). Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti. *Asociación Colombiana de reumatología*, 19(4), 218-233. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcrc/v19n4/v19n4a04.pdf>
- Rodríguez, J., Díaz, Y., Rojas, Y., Rodríguez, Y., & Aguilera, R. (2013). Actualización en enfermedad de Parkinson idiopática. *Correo Científico Médico de Holguín*, 17(2), 163-177. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1560-43812013000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812013000200007)
- Schulz, J., & Hardy, J. (2016). The clinical symptoms of Parkinson's disease. *Journal of Neurochemistry*, 138(S1), 318-324. doi:10.1111/jnc.13691

- Seco, J., Gago, I., Cano-de-la-Cuerda, R., & Fernández, C. (2011). Efectividad de los estímulos sensoriales sobre los trastornos de la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson. Estudio piloto. *Fisioterapia*, 34(1), 4-10. doi:10.1016/j.ft.2011.07.009
- Seco-Calvo, J., Gago-Fernández, I., Cano-de-la-Cuerda, R., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2012). Efectividad de los estímulos sensoriales sobre los trastornos de la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson. Estudio piloto. *Fisioterapia*, 34(1), 4-10. doi:10.1016/j.ft.2011.07.009
- Simon, D., Tanner, C., & Brundin, P. (2019). Parkinson Disease Epidemiology, Pathology, Genetics, and Pathophysiology. *Clinics in geriatric medicine*, 36(1), 1-12. doi:10.1016/j.cger.2019.08.002
- Sparrow, D., DeAngelis, T., Hendron, K., Thomas, C., Saint-Hilaire, M., & Ellis, T. (2016). Highly Challenging Balance Program Reduces Fall Rate in Parkinson Disease. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 40(1). doi:10.1097/NPT.0000000000000111
- Stuart, S., Lord, S., Hill, E., & Rochester, L. (2016). Gait in Parkinson's disease: A visuo-cognitive challenge. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 62, 76-88. doi:10.1016/j.neubiorev.2016.01.002
- Suárez, D., Miller, K., Seijo, M., & Ayán, C. (2019). Benefits of Pilates in Parkinson's Disease. *MDPI Journal*, 55(476), 2-14. doi:10.3390/medicina55080476
- Suárez-Iglesias, D., Miller, K., Seijo-Martinez, M., & Ayán, C. (2019). Benefits of Pilates in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina*, 55(476), 1-14. doi:10.3390/medicina55080476
- Tejada, V., Díaz, C., González, C., & Ruiz, P. (2020). Programas de intervención física en mujeres mayores a través del método Pilates. *Retos*, 1006-1016. doi:10.47197/retos.v0i39.78005
- Vargas, L. (2010). Enfermedad de Parkinson y la dopamina. *Bun Synapsis*, 2(1), 12-16. Recuperado de <http://www.bvs.hn/Honduras/SUN.THEPIXIE.NET/files/010460703.pdf>
- Villalobos, C., Rivera, J., Ramos, A., Cervantes, M., López, S., & Hernández, R. (2020). Métodos de evaluación del equilibrio estático y dinámico en niños de 8 a 12 años. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y*

*Recreación*(37), 793-801. Recuperado de  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7243351>

Viñas, S. (2009). *Estimulación sensorial rítmica (auditiva, visual, y somatosensorial) en la marcha de los enfermos de Parkinson, con episodios de bloqueos motores en "fin de dosis"*. (Tesis doctoral).Universidade Da Coruña.

Viñaz-Diz, S., & Sobrido-Prieto, M. (2016). Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Neurología*, 31(4), 255-277.  
doi:10.1016/j.nrl.2015.06.012

Yang, W.-C., Wang, H.-K., Wu, R.-M., Lo, C.-S., & Lin, K.-H. (2015). Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Journal of the Formosan Medical Association*, 734-743. doi:10.1016/j.jfma.2015.07.012