



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

TÍTULO:

**APLICACIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA
REHABILITACIÓN MOTORA DEL PACIENTE CON PARKINSON**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciado en
Ciencias de la Salud en Terapia Física y Deportiva**

Autor:

Medina Aguirre Anderson Stalin

Tutora:

MgS. María Belén Pérez García

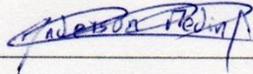
Riobamba, Ecuador. 2022

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Anderson Stalin Medina Aguirre**, con cédula de ciudadanía **180462080-3**, autor del trabajo de investigación titulado: **Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 22 de marzo de 2022



Anderson Stalin Medina Aguirre

C.I: 180462080-3

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson**, presentado por **Anderson Stalin Medina Aguirre**, con cédula de identidad número **180462080-3**, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

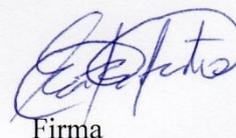
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 22 de marzo de 2022.

Dr. Yanco Danilo Ocaña Villacrés
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



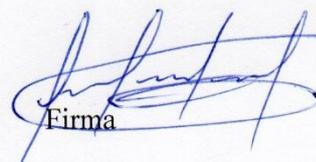
Firma

MgS. Edissa María Bravo Brito
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

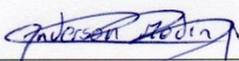


Firma

MgS. María Belén Pérez García
TUTORA



Firma



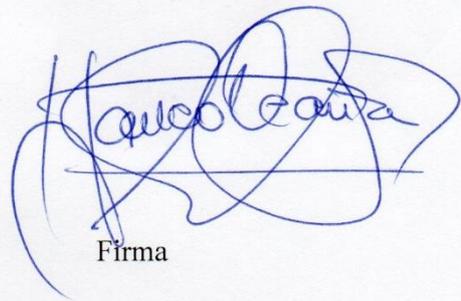
Anderson Stalin Medina Aguirre
C.I: 180462080-3

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson**, presentado por **Anderson Stalin Medina Aguirre**, con cédula de identidad número **180462080-3**, bajo la tutoría de **Mgs. María Belén Pérez García**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 22 de marzo de 2022.

Dr. Yanco Danilo Ocaña Villacrés
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



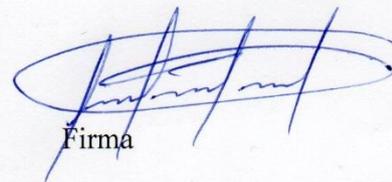
Firma

MgS. Edissa María Bravo Brito
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

MgS. María Belén Pérez García
TUTORA



Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 11 de marzo del 2022
Oficio N° 043-URKUND-CU-CID-TELETRABAJO-2022

Dr. Marcos Vinicio Caiza Ruiz
DIRECTOR CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **MSc. María Belén Pérez García**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 1898-D-FCS-TELETRABAJO-2020, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	D- 127061221	Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson	Medina Aguirre Anderson Stalin	7	x	

Atentamente,

CARLOS GAFAS GONZALEZ
Firmado digitalmente por CARLOS GAFAS GONZALEZ
Fecha: 2022.03.11 17:00:40 -05'00'

Dr. Carlos Gafas González
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Gonzalo E. Bonilla Pulgar – Decano FCS

Debido a que la respuesta del análisis de validación del porcentaje de similitud se realiza mediante el empleo de la modalidad de Teletrabajo, una vez que concluya la Emergencia Sanitaria por COVID-19 e inicie el trabajo de forma presencial, se procederá a recoger las firmas de recepción del documento en las Secretarías de Carreras y de Decanato.

1/1

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios por que sin él no somos nada y no llegaríamos a ninguna parte, los éxitos y metas que voy cumpliendo a lo largo de la vida merece ser ofrendado con gratitud a nuestra fuente de luz, inteligencia y amor.

A mi motivación y pilar fundamental que es mi familia, específicamente a mis padres y hermano les dedico este trabajo como muestra de agradecimiento por ese amor incondicional y guía en mi vida universitaria. Por su sacrificio para verme convertido en profesional tras haber logrado culminar mis estudios en Terapia Física y Deportiva.

A esa mujer, compañera, mejor amiga y enamorada que la vida hizo que concediéramos desde el inicio de esta carrera universitaria, quien siempre me ayudado a tener esa estabilidad emocional y sentimental necesaria para afrontar las adversidades de la vida, siempre en las buenas y en las malas, Estefanía.

Esto va dedicado también a todos aquellos amigos verdaderos: Bryan, David, Gilson, Jazmín, Karoline, Mikaela, Karol, Ginger, Jorge, Anixa, Alejo, Vannesa, Joselyn, Vilma, Mónica, que siempre estuvieron al pendiente de mi en este largo camino, por siempre confiar en mi capacidad e inteligencia para cada día seguir cumpliendo metas y objetivos que me he propuesto en mi proyecto de vida.

Anderson Stalin Medina Aguirre

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios por iluminarme y darme la sabiduría necesaria para culminar con éxito el presente trabajo de investigación.

A mis padres por ser ese motor y fuerza que me ayudó a sobrevivir mi etapa como universitario, por ser los mejores padres del mundo, por ese apoyo incondicional a pesar de ser muchas veces la causa de sus lágrimas y decepciones. Gracias por criarme con valores humanos de humildad, sencillez, respeto y responsabilidad, identificándome siempre como una persona de campo, que no tiene vergüenza de quien es, de donde viene y a donde quiere llegar, los amo.

A mi hermano por ser mi ejemplo y pilar fundamental en mis estudios, por sus consejos de como asumir la vida en cada etapa que voy superando. A mis tíos, tías, primos, primas, familiares más cercanos que siempre me han brindado su apoyo y palabras de aliento para seguir adelante.

Como no agradecer a mis pupilos Gilson, Karoline, Jazmín y Estefanía por nunca dejarme solo cuando se me caía el mundo, por aceptarme como su guía y amigo incondicional a pesar de tener una personalidad muy complicada, gracias por entenderme y entender que todo lo que hacía era por el bienestar de todos nosotros en cada peldaño de la vida universitaria.

Agradezco infinitamente a la Mgs. María Belén Pérez por esa predisposición como docente, tutora y excelente ser humano durante mi proceso de titulación, por ser la guía y apoyo en todo momento, sin importar la hora, el día o cualquier situación extraacadémica que se presentara. Así también a todos mis queridos docentes, al MsC. Carlos Vargas y Lic. Gabriela Delgado, Técnico de Apoyo Académico.

Anderson Stalin Medina Aguirre

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	II
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;.....	IV
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	V
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT (Certificado original de Competencias Lingüísticas)	XIII
1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Parkinson.....	4
2.1.1 Semiología.....	4
2.1.2 Fisiología y fisiopatología.....	4
2.1.3 Alteraciones motoras.....	5
2.1.3.1 Inestabilidad postural	5
2.1.3.2 El temblor.....	5
2.1.3.3 Rigidez	6
2.1.3.4 Acinesia/ bradicinesia	6
2.1.3.5 Equilibrio y coordinación	6
2.1.3.6 Marcha	7
2.1.3.7 Destreza motriz	7
2.2 Realidad virtual.....	8

2.2.1	Entornos o ambientes virtuales	8
2.2.2	Herramientas de realidad virtual	8
2.3	Fisioterapia en la enfermedad de Parkinson	8
2.4	Realidad virtual en Fisioterapia	9
2.4.1	Entrenamiento físico y cognitivo	9
2.4.2	Aprendizaje motor.....	9
3.	CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	11
3.1	Tipo de investigación.....	11
3.2	Método de la investigación.....	11
3.3	Técnicas de recolección de datos.....	11
3.4	Población de estudio	11
3.5	Estrategias de búsqueda	11
3.6	Criterios de inclusión	12
3.7	Criterios de exclusión	12
3.8	Métodos de análisis y procesamiento de datos	12
3.9	Análisis de artículos científicos según la escala de PEDro.....	14
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1	Resultados.....	24
4.2	Discusión.....	40
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	43
5.1	Conclusiones.....	43
5.2	Recomendaciones	44
6.	BIBLIOGRAFÍA	45
7.	ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Valoración con Escala de PEDro	14
Tabla 2.	Beneficios de la aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1.	Diagrama de flujo	13
Gráfico 2.	Análisis de artículos científicos por base de datos	22
Gráfico 3.	Análisis de artículos científicos por año de publicación	22
Gráfico 4.	Análisis de los artículos científicos por puntuación en la escala de PEDro ..	23

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de indagar acerca de los beneficios de la realidad virtual (RV), en la rehabilitación motora del paciente con enfermedad de Parkinson (EP). Se utilizó 35 artículos científicos obtenidos de bases de datos científicas y revistas de alto impacto, los estudios que muestran los artículos corresponden a ensayos clínicos donde los participantes se sometieron a entrenamientos con la utilización de la RV, diversos sistemas tecnológicos, así como rehabilitaciones convencionales, esto para verificar los efectos de la RV sobre las manifestaciones clínicas de la enfermedad. La evaluación de los artículos para corroborar su calidad metodológica se realizó por medio de la valoración con la escala de PEDro, donde se debía obtener una puntuación igual o mayor a 6 para su validez en la presente investigación.

El uso de la RV en sus diferentes entornos virtuales juntamente con los softwares diseñados para las alteraciones motoras del Parkinson crea impulsos sensoriales, destinados al mejoramiento y control de los movimientos anormales de la enfermedad como la bradicinesia, temblores, rigidez, inestabilidad postural, deficiencia del equilibrio, coordinación y marcha. Los efectos sobre estas afectaciones fueron positivos con resultados significativos en cada uno de los aspectos, así lo muestran los autores de las investigaciones, mismos que se encuentran en la tabla 2 del presente trabajo.

Se evidencia también que la integración del entrenamiento cognitivo y motor con la RV ayuda a la formación de redes cerebrales nuevas encargadas del manejo de la sintomatología del Parkinson, esto se da por el proceso de neuroplasticidad específicamente en el área motora de la corteza del cerebro, impulsada y activada mediante los estímulos que desencadena los sistemas y entornos virtuales utilizados en la rehabilitación. Dicho esto, los beneficios han producido un impacto favorable importante en la mejora motora y cognitiva del paciente, resultados obtenidos de los diferentes estudios que plasman los artículos científicos que se utilizó.

Palabras claves: Realidad virtual, Parkinson, entrenamiento motor, rehabilitación motora, entorno virtual, impulsos sensoriales, neurorrehabilitación.

ABSTRACT

The present research work was carried out to investigate the benefits of virtual reality (VR) in the motor rehabilitation of patients with Parkinson's disease (PD). Thirty-five scientific articles obtained from scientific databases and high-impact magazines were used. The studies that show the articles correspond to clinical trials where the participants underwent training with the use of VR, various technological systems, and conventional rehabilitations to verify the effects of VR on the clinical manifestations of the disease. The evaluation of the articles to corroborate their methodological quality was carried out through the assessment with the PEDro scale, where a score equal to or greater than 6 had to be obtained for its validity in the investigation.

The use of VR in its different virtual environments and software designed for Parkinson's motor disorders creates sensory impulses aimed at improving and controlling the abnormal movements of the disease such as bradykinesia, tremors, rigidity, postural instability, balance, coordination, and gait. These affectations were positive, with significant results in each aspect as shown by the authors of the investigations, which are found in Table 2 of this work.

It is also evident that integrating cognitive and motor training with VR helps the formation of new brain networks responsible for managing Parkinson's symptoms. This is due to the neuroplasticity process, specifically in the motor area of the cerebral cortex, driven and activated by the stimuli triggered by the virtual systems and environments used in rehabilitation. The benefits have produced a significant favorable impact on the patient's motor and cognitive improvement, results obtained from the different studies that reflect the scientific articles that were used.

Keywords: Virtual reality, Parkinson, motor training, motor rehabilitation, virtual environment, sensory impulses, neurorehabilitation.

Reviewed by:



Firmado electrónicamente por:
**BLANCA NARCISA
FUERTES LOPEZ**

Dr. Narcisa Fuertes, PhD.

ENGLISH PROFESSOR

Cc: 1002091161

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó mediante la recopilación de información bibliográfica encontrada en bases de datos académicos y científicos sobre la Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson, posteriormente se analizó exhaustivamente la información, seleccionando la más relevante a utilizar en el trabajo de investigación, finalmente se validó su calidad metodológica según la escala de PEDro.

La enfermedad de Parkinson (EP) es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente con etiología desconocida, las alteraciones que se producen a nivel de sus bases anatomopatológica y su fisiología producen manifestaciones como inestabilidad postural, déficit de equilibrio y marcha. Se dificulta la coordinación de movimientos combinados entre miembro superior e inferior. Además de la limitación al momento de realizar movimientos precisos como la escritura y pinza fina en muchas actividades de la vida diaria. (Vallderiola Serra & Gaig Ventura, 2006)

La fisioterapia neurológica busca lograr la mayor funcionalidad e independencia en el paciente con EP, utilizando métodos y herramientas que ayudan a controlar las manifestaciones clínicas de la enfermedad. La fisioterapia convencional maneja algunos problemas, pero existen otros que no pueden ser curados o tratados de esa forma. La literatura sugiere que la fisioterapia puede mejorar aún más la función motora de los pacientes con EP mediante el uso de la realidad virtual (RV) como un tratamiento prometedor e innovador en la rehabilitación fisioterapéutica. (Feng et al., 2019)

La RV proporciona estímulos visuales, auditivos y somatosensoriales para ayudar a mejorar las manifestaciones clínicas de los pacientes con EP mediante una retroalimentación reflejada en el aprendizaje motor, cognitivo y neuroplasticidad cerebral. Permite a las personas interactuar con un entorno artificial, mientras que los profesionales de la salud pueden monitorear y evaluar su progreso. La utilización de herramientas tecnológicas virtuales es una ayuda a la pronta rehabilitación y recuperación fisioterapéutica. (Feng et al., 2019)

La EP es una enfermedad neurodegenerativa común con desarrollo progresivo. Los cambios patológicos son la degeneración de la vía de la sustancia negra y el cuerpo estriado. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2016 su afección era una persona por cada 100 personas mayores de 60 años, siendo en cifras absolutas 6,3 millones de personas,

para el año 2030 serán aproximadamente 12 millones de personas en todo el mundo con dicha patología. (R. Condor et al., 2019)

A nivel mundial la incidencia de estudio se dió mediante un ensayo controlado aleatorio en Reino Unido teniendo como resultado tras la comparación con los métodos de rehabilitación tradicionales que la tecnología de rehabilitación de RV ha mejorado las puntuaciones en las escalas de equilibrio, marcha, prueba cronometrada continua y Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS) en estos pacientes, siendo de importancia fundamental para futuras investigaciones. (Feng et al., 2019)

Un estudio publicado en “The Lancet Neurology” reportó que la EP entre el periodo 1990 al 2016 aumentó la prevalencia y mortalidad de la enfermedad en todo el mundo. En Latino y Centroamérica el estudio sitúa a Ecuador en el puesto 15 en prevalencia de la enfermedad con 8.688 casos y un aumento de 13,6 %, además se sitúa en el puesto 16 en mortalidad con 295 muertes y un aumento del 10,8% en el 2016. (Ray Dorsey et al., 2018)

Un ensayo multicéntrico, ciego, aleatorizado y controlado de la revista Biomed Research International muestra que, 76 pacientes con EP fueron asignados al azar para recibir telerehabilitación de RV en el hogar o entrenamiento de equilibrio de integración sensorial (SIBT) en la clínica. La telerehabilitación de RV consistió en juegos de ejercicio escalonados utilizando el sistema Nintendo Wii Fit; SIBT, incluyó ejercicios para mejorar la estabilidad postural. Los pacientes fueron evaluados antes del tratamiento, después del tratamiento y al mes de seguimiento. Los resultados mostraron que la RV es una alternativa viable a la SIBT en la clínica para reducir la inestabilidad postural en pacientes con EP que tienen un cuidador. (Gandolfi et al., 2017)

La revista Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation diseñó un estudio paralelo aleatorizado en 2 grupos; el uno usa 3D Oculus Rift CV1 y el otro, computadora portátil. Los grupos participaron con una tarea de elegir y colocar en el mundo virtual que requiere un movimiento preciso de la mano para manipular los cubos virtuales. La cinemática de la mano se trazó con el controlador de movimiento Leap, el efecto de la motivación se evaluó con el Inventario de Motivación Intrínseca modificado y la efectividad clínica, se evaluó con la Prueba de Box & Blocks (BBT) y la Escala de Calificación de la Enfermedad de Parkinson Unificada (UPDRS). Los resultados del estudio demostraron que la tecnología 3D inmersiva puede generar un mayor desempeño estadísticamente significativo y sustancialmente mejor

en el tiempo promedio de manipulación, número de cubos colocados con éxito, temblor promedio y UPDRS para miembro superior. (Cikajlo & Peterlin Potisk, 2019)

La falta de conocimiento de esta innovadora modalidad de rehabilitación para pacientes con EP ha impedido el avance de la fisioterapia en nuestro entorno, lo importante en esta investigación es integrar los beneficios de la rehabilitación convencional con los que brinda la RV en las alteraciones morfofisiológicas del paciente, como un método, modalidad o complemento que ayude a cumplir el objetivo principal de la fisioterapia, el reincorporar al sujeto a sus actividades cotidianas y devolverle la mayor funcionalidad e independencia.

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

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Parkinson

La enfermedad de Parkinson (EP) es un proceso neurodegenerativo complejo que generalmente aparece en la edad adulta, constituye la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente luego del Alzheimer. Se desconoce aún su etiología, se presume de causas subyacentes como factores ambientales y genéticos. Su base anatomopatológica se caracteriza por la pérdida progresiva de neuronas dopaminérgicas de la sustancia negra pars compacta (SNpc) del mesencéfalo, así como la presencia de inclusiones intracelulares llamadas cuerpos de Lewy. El resultado de dicha neurodegeneración altera la fisiología normal de los ganglios basales (GB). (Vallderiola Serra & Gaig Ventura, 2006)

2.1.1 Semiología

Los pacientes con Parkinson comúnmente presentan sintomatología progresiva según su estado y afectación de la enfermedad, dentro de estos se destaca la bradicinesia de miembros superiores e inferiores, temblores y rigidez al momento de realizar los movimientos. Además de estas alteraciones se ha investigado que el individuo se ve afectado emocional y cognitivamente, lo que desequilibra su calidad de vida y la de su familia más cercana con la que convive todos los días. (Vallderiola Serra & Gaig Ventura, 2006)

2.1.2 Fisiología y fisiopatología

La EP es ocasionada por un trastorno en los GB, específicamente por el deterioro de las neuronas dopaminérgicas. Debido al deterioro o muerte de estas se produce una alteración en la actividad del tálamo, en la vía indirecta denominada de inhibición motora sobre la directa encargada del movimiento. La inhibición que comúnmente realiza la dopamina sobre las neuronas estriatales deja de darse en la EP por la deficiencia de dicho neurotransmisor, desencadenando una serie de alteraciones neurofisiológicas hasta llegar a la corteza cerebral, finalmente afectando a la locomoción y presentándose la bradicinesia. (Vallderiola Serra & Gaig Ventura, 2006)

En el caso de la vía directa donde la dopamina producía una excitación de las neuronas estriatales para que se produzca el movimiento, en la EP se produce una inhibición en este proceso hasta el tálamo; posteriormente este produce libremente estímulos excitatorios sobre

la corteza cerebral motora, desencadenando así la manifestación motora común del Parkinson como son los temblores en el movimiento. (et al., 2018)

2.1.3 Alteraciones motoras

Los pacientes con EP sufren una disminución significativa de la coordinación y equilibrio, lo que implica también alteraciones en su marcha, a la par de un deficiente control postural. Además, presentan dificultades con los movimientos precisos como la escritura y manipulación de objetos, es decir su motricidad fina y gruesa, esto debido a la presencia de bradicinesia y/o acinesia tanto en miembros superiores como inferiores al hablar de locomoción y movilidad. Cabe recalcar que los síntomas más comunes y que afectan físicamente en la EP son los temblores y rigidez muscular, restando al paciente la capacidad de valerse por ellos mismo en sus actividades cotidianas. (Cikajlo & Peterlin Potisk, 2019)

2.1.3.1 Inestabilidad postural

La gran mayoría de los pacientes con EP presentan inestabilidad postural, lo cual incrementa significativamente la tendencia a las caídas. La afectación a nivel multisensorial y su retroalimentación visual, propioceptivo y vestibular produce la alteración en el control postural, marcha y equilibrio en el paciente con EP. Mediante la rehabilitación se busca conseguir un mejor manejo y control de la postura, tanto estático como dinámico en cualquier actividad de la vida cotidiana que realice el individuo, creando así una mayor autonomía e independencia, y a su vez evitando que el sujeto caiga en la discapacidad. (Gandolfi et al., 2017)

2.1.3.2 El temblor

El síntoma motor más común en la EP es el temblor, es un movimiento anormal que consiste en un ritmo de ida y vuelta tanto en extremidades superiores como en inferiores. Sin embargo; según estudios los temblores se clasifican en tres tipos: el de reposo que se produce de manera involuntaria y oscilatoria cuando el paciente se encuentra apoyado en alguna superficie o en estado de relajación. El segundo es un temblor postural, es decir; mientras el cuerpo o alguna parte de este se mantiene firme en determinado tiempo. Finalmente, el temblor cinético que se produce por la contracción muscular al realizar una determinada actividad o movimiento. (Albiol-Pérez et al., 2017)

2.1.3.3 Rigidez

En los pacientes con EP es muy común que diferentes músculos y articulaciones del cuerpo presenten rigidez o resistencia al movimiento generalmente durante la movilización pasiva, donde el fisioterapeuta es el encargado de realizar el movimiento de la articulación. Los principales movimientos que se ven resistidos son flexión – extensión, abducción – aducción y rotaciones en miembros superior e inferior, cuello, tronco y cadera. La rigidez se produce por la muerte o afectación de las células nerviosas de la sustancia negra, las mismas que se encargan de controlar los movimientos musculares, lo que produce un desequilibrio en la acción de los músculos agonistas y antagonistas. (Albiol-Pérez et al., 2017)

2.1.3.4 Acinesia/ bradicinesia

El cese o lentitud de los movimientos articulares producidos por la afectación a las células nerviosas a cargo del movimiento y control muscular producen en el paciente con EP una limitación en el rango de movilidad, debilidad muscular y alteraciones en el movimiento de determinadas partes del cuerpo. Muchas veces estos síntomas son dolorosos por lo que se ve limitado en sus acciones, además de verse involucrado la capacidad de realizar una acción sensorial y/o cognitiva. Como resultado de estas afectaciones motoras se produce una repercusión en la autonomía del paciente en sus actividades cotidianas de aseo, alimentación, cuidado personal y ocio, además de su independencia en la marcha. (Albiol-Pérez et al., 2017)

Según investigaciones el gasto energético basal (GEB) influye dentro de la bradicinesia en los pacientes con EP, por la demanda de esta en sus movimientos. El bajo metabolismo en el Parkinson desequilibra el GBE, asociada también a la fuerza muscular deteriorada por la pérdida de la capacidad de contracción de las fibras musculares rápidas. Si no existe buena respuesta de contracción muscular mayor será el GBE para lograr realizar los movimientos, de esta forma la bradicinesia como causa también puede deberse a esa decisión cognitiva de ejecutar movimientos de menor GBE o menor esfuerzo, explicándose así la lentitud en los movimientos. (Summa et al., 2015)

2.1.3.5 Equilibrio y coordinación

Los pacientes que padecen EP presentan alteraciones en el equilibrio estático, es decir; al permanecer de pie, la atrofia muscular provoca debilidad en el miembro inferior e inestabiliza al sujeto. El equilibrio dinámico de igual manera se ve involucrado al momento de realizar actividades de desplazamiento con o sin peso, y en cualquier acción que involucre

movilidad de ambas extremidades, para lo cual se requiere un equilibrio estable y buena coordinación. La coordinación y el equilibrio están estrechamente relacionados tanto de manera estática como dinámica, ambas partes comprometidas en la EP por el daño en la corteza motora encargada de la movilidad y movimientos específicos. (Yang et al., 2016)

2.1.3.6 Marcha

En el envejecimiento es normal la pérdida de masa y fuerza muscular, un proceso denominado sarcopenia, disminuyendo la capacidad física y produciendo alteraciones en la movilidad y marcha. Este proceso natural combinando con las afectaciones de la EP produce un deterioro más rápido de la calidad de vida, independencia y autonomía del sujeto; esto se debe a la pérdida de las fibras musculares IIA, conocidas como fibras de contracción rápida. Al existir la atrofia muscular por dichas fibras el paciente con EP empieza a presentar alteraciones en la marcha, movimientos descoordinados, tropiezos y por ende aumenta el índice de caídas. (G. E. L. De Melo et al., 2018)

El patrón de la marcha en esta enfermedad se ve afectada en la velocidad y distancia de la caminata, es decir; en la cadencia de la marcha, sus pasos son muy cortos debido a la disminución en su base de sustentación. La oscilación de los brazos al igual que el control postural influyen sobre la marcha, al no existir una coordinación adecuado entre miembro superior e inferior. Además, existe una dificultad para iniciar la marcha debido a la rigidez y bradicinesia que el paciente con EP presenta, este tipo de marcha que adquiere el paciente se conoce como marcha Parkinsoniana. (Lorena Cerda, 2014)

2.1.3.7 Destreza motriz

Para las personas con EP es difícil la ejecución de determinadas actividades de la vida diaria, específicamente de aquella de mayor complejidad como: abrochar botones, amarrar cordones, peinarse, usar celular, y diferentes manualidades correspondientes a la motricidad fina. También se les vuelve complicado realizar movimientos de mayor amplitud como: peinarse, lavarse los dientes, barrer, maquillarse, entre otras actividades de aseo y cuidado personal, conocido como motricidad gruesa. La problemática de perder la destreza en su motricidad incrementa la discapacidad en el sujeto, además de la dependencia de familiares o terceras personas para su cuidado, empeorando cada vez su calidad de vida. (Van Beek et al., 2019)

2.2 Realidad virtual

La realidad virtual (RV) es un grupo de herramientas tecnológicas conformado por sistemas de softwares y hardware, con la finalidad de construir ambientes o entornos de simulación sensorial con la utilización de estímulos motores realizados por el individuo. La RV integra información sensorial de entrada denominado inputs e información de salida llamada outputs. La interacción sensorial que ocurre entre los movimientos del individuo con el entorno virtual ayuda a crear un ambiente apto para crear una retroalimentación sensitivo-motora en quien utilice esta herramienta y para el objetivo que desee conseguir. (Robles García, 2018)

2.2.1 Entornos o ambientes virtuales

Los entornos virtuales que se utilizan como herramienta de RV en el entrenamiento para pacientes con EP pueden ser: no inmersivos, semi inmersivos y completamente inmersivos. Los softwares utilizados en estos entornos brindan una retroalimentación visual y auditiva, lo que a nivel neurofisiológico busca compensar la falencia que produce la pérdida de neuronas dopaminérgicas en la EP. Lo que pretende la neuroingeniería con la RV es brindar una mejor plasticidad cerebral y evitar de esa forma un avance significativo del deterioro motor en el paciente con EP. (Campo-Prieto et al., 2021)

2.2.2 Herramientas de realidad virtual

La información de salida (outputs) que crea el entorno virtual y el estímulo sensorial de percepción a una simulación de la realidad, se presenta en diferentes aparatos y sistemas dentro de los cuales tenemos: gafas de RV, sistemas de feedback sensorial multimodal, pantallas en 2D y 3D. Mientras mayores estímulos sensoriales de entrada y salida interactúen mejor será el entorno virtual, independientemente de la inmersión al mismo. El costo y acceso a esta herramienta tecnológica muchas veces puede ser un impedimento en su utilización, sin embargo, las modalidades que existen pueden ir acorde a las necesidades y la situación económica del sujeto que la va a emplear. (Robles García, 2018)

2.3 Fisioterapia en la enfermedad de Parkinson

En la rehabilitación de pacientes con EP lo principal es evitar la progresión de las manifestaciones clínicas motoras, y a la vez ayudar al individuo a recuperar su autonomía e independencia en las AVD. La fisioterapia busca intervenir en: el control postural, marcha, equilibrio, movilidad y motricidad de miembros superiores e inferiores. Dentro de las sesiones de rehabilitación en EP se utiliza ejercicios de: fortalecimiento, estiramiento,

resistencia, flexibilidad, además de ejercicios de equilibrio, coordinación, reeducación de la marcha y corrección postural. (Kashif et al., 2021)

2.4 Realidad virtual en Fisioterapia

La RV en la fisioterapia cada día se ve más utilizada, específicamente en pacientes neurológicos con enfermedades degenerativas como la EP. La RV proporciona estímulos multisensoriales al sistema nervioso central, por ende, a todas las estructuras neurológicas afectadas por la EP, las mismas que se presentan como las manifestaciones clínicas ya mencionadas anteriormente. La rehabilitación fisioterapéutica con RV, sus sistemas, entornos y modalidades causan en el paciente un aprendizaje multisensorial basado en la observación para posteriormente desencadenar en una acción motora gracias a la neuroplasticidad cerebral que producen dichos estímulos. (Feng et al., 2019)

Los profesionales de la salud que están a cargo de monitorear la utilización de estas herramientas tecnológicas, en este caso los fisioterapeutas, deben estar capacitados para ser la guía y evaluadores en el proceso de rehabilitación con RV. Si bien las investigaciones reflejan una mejora en las alteraciones motoras de la EP en aquellos sujetos que se someten a esta nueva modalidad de fisioterapia, son ellos mismos quienes corroboran los resultados mediante las habilidades y destrezas que van recuperando. La mejora física, cognitiva y emocional que brinda la fisioterapia con RV en los pacientes con EP, se ve reflejados en la autonomía e independencia que va logrando el sujeto en su diario vivir. (Feng et al., 2019)

2.4.1 Entrenamiento físico y cognitivo

Según estudios la combinación de tareas cognitivas y físicas en adultos mayores con deterioro cognitivo leve muestra una mejora significativa en el rendimiento de la marcha, más aún, con la utilización de la función ejecutiva al momento de realizar múltiples tareas cognitivas y físicas a la vez. Con la utilización de la realidad virtual en este tipo de entrenamiento se ha conseguido una mejor retroalimentación sensorial, esto ayuda al paciente a mejorar esa capacidad visual, verbal, memoria y atención cuando realiza sus actividades de la vida diaria a una o doble tarea. (Liao et al., 2019)

2.4.2 Aprendizaje motor

El movimiento es la habilidad más fundamental dentro del aprendizaje motor, integrada a la destreza sensorial y cognitiva para la ejecución de las diferentes acciones que realizaba o desea realizar el individuo. Las habilidades y destrezas motoras se encuentran en la memoria

y la corteza cerebral de las personas, las mismas que se ven afectadas en los pacientes con EP. Mediante el uso de la RV se producen estímulos somatosensoriales que ayudan a recordar y activar esa memoria que se creía perdida por el deterioro cognitivo, además del feedback que se produce en el área motora cerebral. (Takeo et al., 2021)

La práctica mejora el desempeño motor, de esta forma se deduce que el aprendizaje motor se da con la interacción de movimientos e impulsos sensoriales por repetición, dentro de un entorno sea virtual o físico. Sin embargo; existe una mejora significativa en la utilización de la RV como método de entrenamiento motor, así lo demuestran estudios acerca del tema. Esta nueva modalidad en fisioterapia involucra el aprendizaje motor implícito, mejorando el desempeño en las acciones de manera inconsciente, así como el aprendizaje motor explícito, en el que se recuerda mediante retroalimentación el conocimiento consciente ya adquirido durante el desarrollo del individuo. (Takeo et al., 2021)

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

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

3.1 Tipo de investigación

El trabajo de investigación que se presenta es de tipo bibliográfico, con la utilización de artículos científicos que correspondan a ensayos clínicos aleatorizados, de los cuales se obtuvo información indispensable y relevante acerca de los beneficios de la realidad virtual en las afectaciones motoras, evidenciadas en la clínica del paciente con la enfermedad del Parkinson.

3.2 Método de la investigación

Se utilizó el método inductivo – analítico buscando estudiar las variables de la investigación, la relación de las particularidades de cada paciente como las manifestaciones clínicas presente en su sintomatología, de esta forma los resultados de cada estudio ayudaron a llegar a una conclusión en común, constituyendo una idea propia sobre los efectos que produce la rehabilitación motora en la persona con Parkinson mediante la realidad virtual.

3.3 Técnicas de recolección de datos

- Selección de fuentes de información
- Recopilación documental y bibliográfica
- Lectura
- Análisis documental

3.4 Población de estudio

Artículos científicos de pacientes con enfermedad de Parkinson

3.5 Estrategias de búsqueda

Las bases de datos utilizadas para la recolección de artículos científicos fueron ProQuest, Scopus, PUBMED, Scielo, PEDro, SJR. Dentro de estos sitios académicos y científicos se indagó la información más relevante acerca del tema, identificados en artículos de alto

impacto. Las estrategias de búsqueda que se ejecutó en la investigación fueron mediante palabras claves como “realidad virtual y fisioterapia” “Neurorehabilitación or neuroingeniería in Parkinson” “virtual reality and Parkinson” “virtual reality and motor rehabilitation in Parkinson” “Parkinson's disease and physical therapy.”

La utilización de operadores booleanos ayudó a la accesibilidad en las diferentes bases de datos científicas, minimizando el tiempo de búsqueda y facilitando la relación entre las variables de la investigación. Para la recopilación de toda la información necesaria que requirió la temática: “Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson”, se empleó los operadores booleanos básicos “AND” y “OR”.

3.6 Criterios de inclusión

- Artículos del 2012 en adelante.
- Artículos que posean una de las dos variables.
- Artículos científicos publicados en diferentes idiomas: español e inglés.
- Artículos que cumplen claramente con los criterios de validez metodológica de la escala de PEDro.
- Artículos extraídos de una base de datos académica con factor impacto importante.
- Artículos de ensayos clínicos aleatorizados.

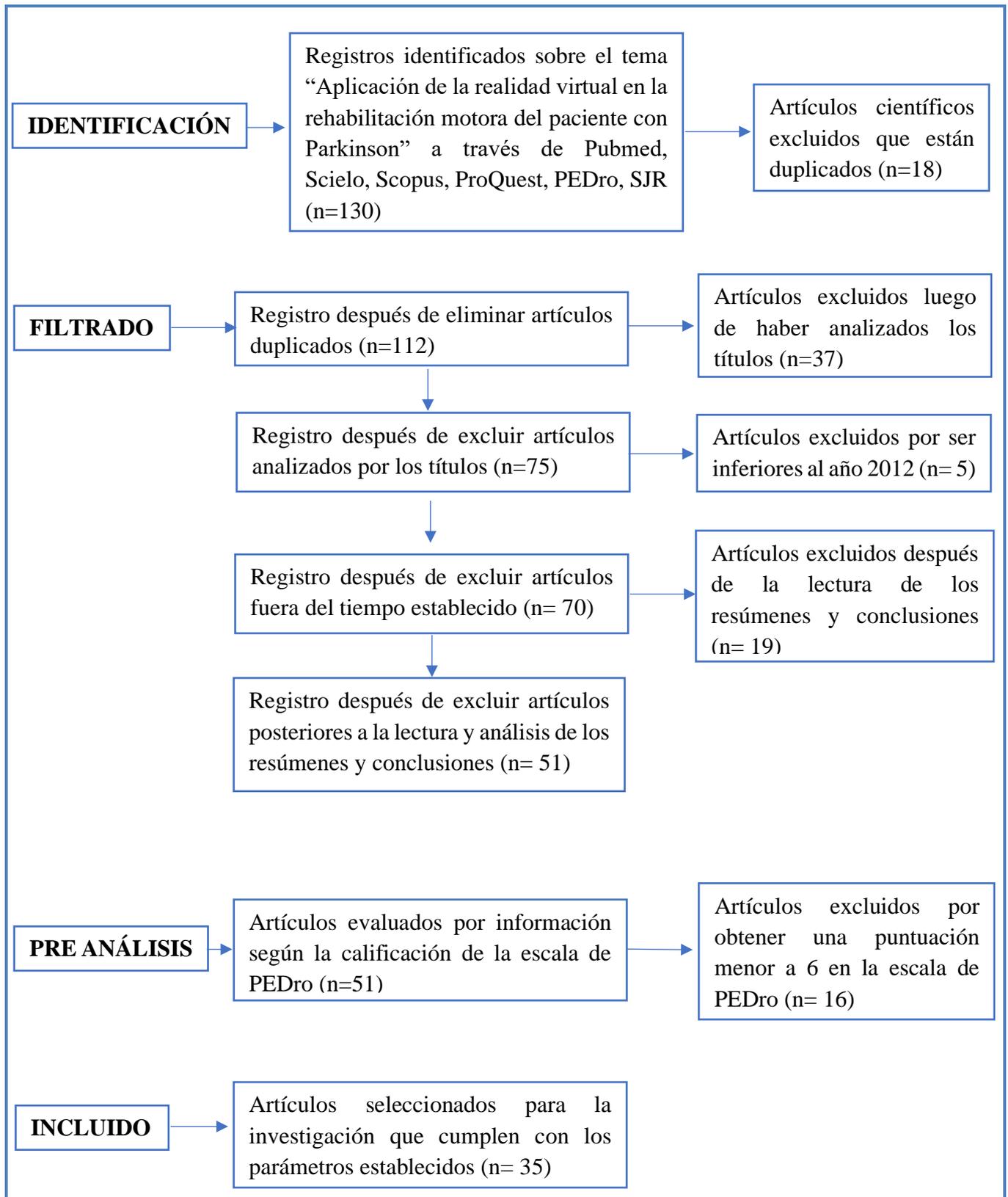
3.7 Criterios de exclusión

- Artículos que no incluyan en sus estudios la población expuesta en el tema.

3.8 Métodos de análisis y procesamiento de datos

El trabajo final se basó en un proceso de selección de los artículos científicos encontrados en las diferentes bases de datos que se mencionaron anteriormente. Se inició con la identificación de los artículos relacionados con la temática “Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson”, de los cuales luego se excluyó a los duplicados, aquellos donde la información que no fuese relevante luego de haber analizado los títulos, el abstract, las conclusiones y resultados, además de exceptuar aquellos artículos publicados antes del 2012. Finalmente, el preanálisis se llevó a cabo con la utilización de la escala metodológica de PEDro en donde se descartó a los artículos que no alcanzaron el 6 dentro de la puntuación. Para un mejor entendimiento se presenta a continuación un diagrama de flujo.

Gráfico 1. Diagrama de flujo



Fuente: Adaptado de: Methodology in conducting a systematic review of biomedical research, (Ramírez Vélez et al., 2013)

3.9 Análisis de artículos científicos según la escala de PEDro

Tabla 1. Valoración con Escala de PEDro

N°	AUTOR	AÑO	TÍTULO ORIGINAL	TÍTULO TRADUCIDO	BASE CIENTÍFICA	CALIFICACIÓN SEGÚN PEDRO
1	(Lee, 2021)	2021	Virtual Reality Gait Training to Promote Balance and Gait Among Older People: A Randomized Clinical Trial	Entrenamiento de la marcha en realidad virtual para promover el equilibrio y la marcha entre las personas mayores: un ensayo clínico aleatorizado	ProQuest	6
2	(G. E. L. de Melo et al., 2020)	2020	Effects of virtual reality on parkinsonian gait: blind Controlled randomized clinical trial protocol	Efectos de la realidad virtual en la marcha parkinsoniana: Protocolo de ensayo clínico aleatorizado controlado por ciegos	ProQuest	6
3	(Liao et al., 2019)	2019	Effects of Virtual Reality-Based Physical and Cognitive Training on Executive Function and Dual-Task Gait Performance in Older Adults With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Control Trial	Efectos del entrenamiento físico y cognitivo basado en la realidad virtual sobre la función ejecutiva y el rendimiento de la marcha de doble tarea en adultos mayores con deterioro cognitivo leve: un ensayo de control aleatorio	ProQuest	6
4	(Albiol-Pérez et al., 2017)	2017	The Effect of Balance Training on Postural Control in Patients with Parkinson's Disease Using a Virtual Rehabilitation System	El efecto del entrenamiento del equilibrio sobre el control postural en pacientes con enfermedad de Parkinson	PubMed	7

				mediante un sistema de rehabilitación virtual		
5	(Gallagher et al., 2016)	2016	Auditory and visual cueing modulate cycling speed of older adults and persons with Parkinson's disease in a Virtual Cycling (V-Cycle) system	Las señales auditivas y visuales modulan la velocidad de ciclismo de los adultos mayores y las personas con enfermedad de Parkinson en un sistema de ciclismo virtual (V-Cycle)	PubMed	6
6	(Campo-Prieto et al., 2021)	2021	Can Immersive Virtual Reality Videogames Help Parkinson's Disease Patients? A Case Study	¿Pueden los videojuegos inmersivos de realidad virtual ayudar a los pacientes con enfermedad de Parkinson? Un caso de estudio	Scopus	6
7	(Kashif et al., 2021)	2021	Effects of Virtual Reality with Motor Imagery Techniques in Patients with Parkinson's Disease: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial	Efectos de la realidad virtual con técnicas de imágenes motoras en pacientes con enfermedad de Parkinson: protocolo de estudio para un ensayo controlado aleatorio	Scopus	6
8	(Oña et al., 2020)	2020	Validity of a Fully-Immersive VR-Based Version of the Box and Blocks Test for Upper Limb Function Assessment in Parkinson's Disease	Validez de una versión totalmente inmersiva basada en realidad virtual de la prueba de cajas y bloques para la evaluación de la función de las extremidades superiores en la enfermedad de Parkinson	Scopus	6
9	(Sánchez-Herrera-Baeza et al., 2020)	2020	The Impact of a Novel Immersive Virtual Reality	El impacto de una nueva tecnología de realidad virtual	Scopus	6

			Technology Associated with Serious Games in Parkinson's Disease Patients on Upper Limb Rehabilitation: A Mixed Methods Intervention Study	inmersiva asociada con juegos serios en pacientes con enfermedad de Parkinson en rehabilitación de miembros superiores: un estudio de intervención de métodos mixtos		
10	(G. Melo et al., 2018)	2018	Effects of virtual reality training on mobility in individuals with Parkinson's disease	Efectos del entrenamiento con realidad virtual sobre la movilidad en personas con enfermedad de Parkinson	Scopus	8
11	(Hajebrahimi et al., 2020)	2020	Virtual Reality Training Helpful in Motor and Cognition in Corticobasal Syndrome: A Case Report PET Study	El entrenamiento en realidad virtual es útil para la motricidad y la cognición en el síndrome corticobasal: informe de un caso de estudio PET	Scopus	9
12	(Kilic et al., 2017)	2017	Virtual Reality based Rehabilitation System for Parkinson and Multiple Sclerosis Patients	Sistema de rehabilitación basado en realidad virtual para Pacientes con Parkinson y esclerosis múltiple	Scopus	9
13	(Zeigelboim et al., 2021)	2021	The Use of Exergames in the Neurorehabilitation of People with Parkinson Disease: The Impact on Daily Life	El uso de Exergames en la neurorrehabilitación de personas con enfermedad de Parkinson: el impacto en la vida diaria	Scielo	7
14	(Mirelman et al., 2016)	2016	Addition of a non-immersive virtual reality component to treadmill training to reduce fall risk in older adults (V-TIME):	Adición de un componente de realidad virtual no inmersiva al entrenamiento en cinta rodante para reducir el riesgo de caídas	PEDro	8

			a randomised controlled trial	en adultos mayores (V-TIME): un ensayo controlado aleatorio		
15	(Feng et al., 2019)	2019	Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial	Rehabilitación de realidad virtual versus fisioterapia convencional para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson: un ensayo controlado aleatorio	PEDro	7
16	(van der Kolk et al., 2019)	2019	Effectiveness of home-based and remotely supervised aerobic exercise in Parkinson's disease: a double-blind, randomised controlled trial	Eficacia del ejercicio aeróbico en el hogar y supervisado de forma remota en la enfermedad de Parkinson: un ensayo controlado aleatorio doble ciego	PEDro	7
17	(G. E. L. De Melo et al., 2018)	2018	Effect of virtual reality training on walking distance and physical fitness in individuals with Parkinson's disease	Efecto del entrenamiento con realidad virtual sobre la distancia a pie y la aptitud física en personas con enfermedad de Parkinson	PEDro	7
18	(Yang et al., 2016)	2016	Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial	Entrenamiento de equilibrio de realidad virtual en el hogar y entrenamiento de equilibrio convencional en la enfermedad de Parkinson: un ensayo controlado	PEDro	7
19	(Liao, Yang, Cheng, et al., 2015)	2015	Virtual Reality-Based Training to Improve Obstacle-Crossing Performance and	Entrenamiento basado en realidad virtual para mejorar el rendimiento en el cruce de	PEDro	7

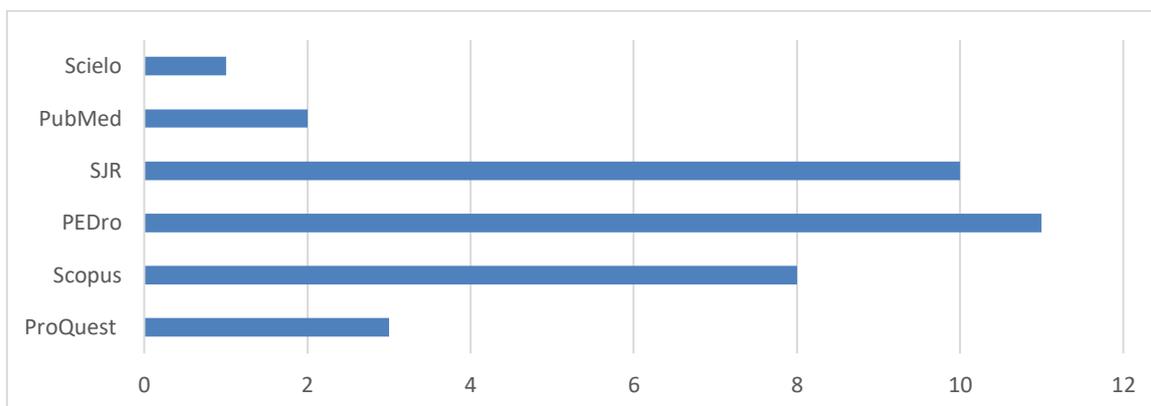
			Dynamic Balance in Patients With Parkinson's Disease	obstáculos y el equilibrio dinámico en pacientes con enfermedad de Parkinson		
20	(Liao, Yang, Wu, et al., 2015)	2015	Virtual Reality-Based Wii Fit Training in Improving Muscle Strength, Sensory Integration Ability, and Walking Abilities in Patients with Parkinson's Disease: A Randomized Control Trial	Entrenamiento de Wii Fit basado en la realidad virtual para mejorar la fuerza muscular, la capacidad de integración sensorial y la capacidad para caminar en pacientes con enfermedad de Parkinson: un ensayo de control aleatorio	PEDro	7
21	(Bekkers et al., 2020)	2020	Do Patients With Parkinson's Disease With Freezing of Gait Respond Differently Than Those Without to Treadmill Training Augmented by Virtual Reality?	¿Los pacientes con enfermedad de Parkinson con congelación de la marcha responden de manera diferente que aquellos sin entrenamiento en cinta rodante aumentada por realidad virtual?	PEDro	6
22	(Gandolfi et al., 2017)	2017	Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized, Controlled Trial	Telerrehabilitación en realidad virtual para la inestabilidad postural en la enfermedad de Parkinson: un ensayo multicéntrico, ciego, aleatorizado y controlado	PEDro	6
23	(van den Heuvel et al., 2014)	2014	Effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: A pilot randomized clinical trial	Efectos de la retroalimentación visual aumentada durante el entrenamiento del equilibrio en la enfermedad de Parkinson: un	PEDro	8

				ensayo clínico piloto aleatorizado		
24	(Sarasso et al., 2021)	2021	Action Observation and Motor Imagery Improve Dual Task in Parkinson's Disease: A Clinical/fMRI Study	La observación de la acción y las imágenes motoras mejoran la tarea dual en Enfermedad de Parkinson: un estudio clínico / fMRI	PEDro	7
25	(Nuic et al., 2018)	2018	The feasibility and positive effects of a customised videogame rehabilitation programme for freezing of gait and falls in Parkinson's disease patients: a pilot study	La viabilidad y los efectos positivos de un programa de rehabilitación de videojuegos personalizado para la congelación de la marcha y las caídas en pacientes con enfermedad de Parkinson: un estudio piloto	SJR	6
26	(Fernández-González et al., 2019)	2019	Leap motion controlled video game-based therapy for upper limb rehabilitation in patients with Parkinson's disease: a feasibility study	Terapia basada en videojuegos con control de movimiento de salto para la rehabilitación de miembros superiores en pacientes con enfermedad de Parkinson: un estudio de viabilidad	SJR	6
27	(Yuan et al., 2020)	2020	Effects of interactive video-game-based exercise on balance in older adults with mild-to-moderate Parkinson's disease	Efectos del ejercicio basado en videojuegos interactivos sobre el equilibrio en adultos mayores con enfermedad de Parkinson de leve a moderada	SJR	8

28	(Summa et al., 2015)	2015	Adaptive training with full-body movements to reduce bradykinesia in persons with Parkinson's disease: a pilot study	Entrenamiento adaptativo con movimientos de todo el cuerpo para reducir la bradicinesia en personas con enfermedad de Parkinson: un estudio piloto	SJR	6
29	(Shih et al., 2016)	2016	Effects of a balance-based exergaming intervention using the Kinect sensor on posture stability in individuals with Parkinson's disease: a single-blinded randomized controlled trial	Efectos de una intervención de exergaming basada en el equilibrio utilizando el sensor Kinect sobre la estabilidad de la postura en personas con enfermedad de Parkinson: un ensayo controlado aleatorio simple ciego	SJR	8
30	(Takeo et al., 2021)	2021	Sequential motor learning transfers from real to virtual environment	Transferencias secuenciales del aprendizaje motor del entorno real al virtual	SJR	7
31	(Kim et al., 2019)	2019	Locomotor skill acquisition in virtual reality shows sustained transfer to the real world	La adquisición de habilidades locomotoras en la realidad virtual muestra una transferencia sostenida al mundo real	SJR	7
32	(Van Beek et al., 2019)	2019	Exergaming-Based Dexterity Training in Persons With Parkinson Disease: A Pilot Feasibility Study	Entrenamiento de destreza basado en juegos en personas con Enfermedad de Parkinson: un estudio piloto de viabilidad	SJR	6
33	(Maidan et al., 2018)	2018	Evidence for Differential Effects of 2 Forms of Exercise on Prefrontal Plasticity During	Evidencia de los efectos diferenciales de 2 formas de	SJR	8

			Walking in Parkinson's Disease	ejercicio sobre la plasticidad prefrontal durante la marcha en la enfermedad de Parkinson		
34	(Droby et al., 2020)	2020	Distinct Effects of Motor Training on Resting-State Functional Networks of the Brain in Parkinson's Disease	Efectos distintos del entrenamiento motor en las redes funcionales del cerebro en estado de reposo en la enfermedad de Parkinson	SJR	7
35	(Pompeu et al., 2012)	2012	Effect of Nintendo WiiTM-based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: A randomised clinical trial	Efecto de Nintendo WiiTM-entrenamiento motor y cognitivo basado en actividades de la vida diaria en pacientes con enfermedad de Parkinson: una clínica aleatorizada juicio	Scopus	8

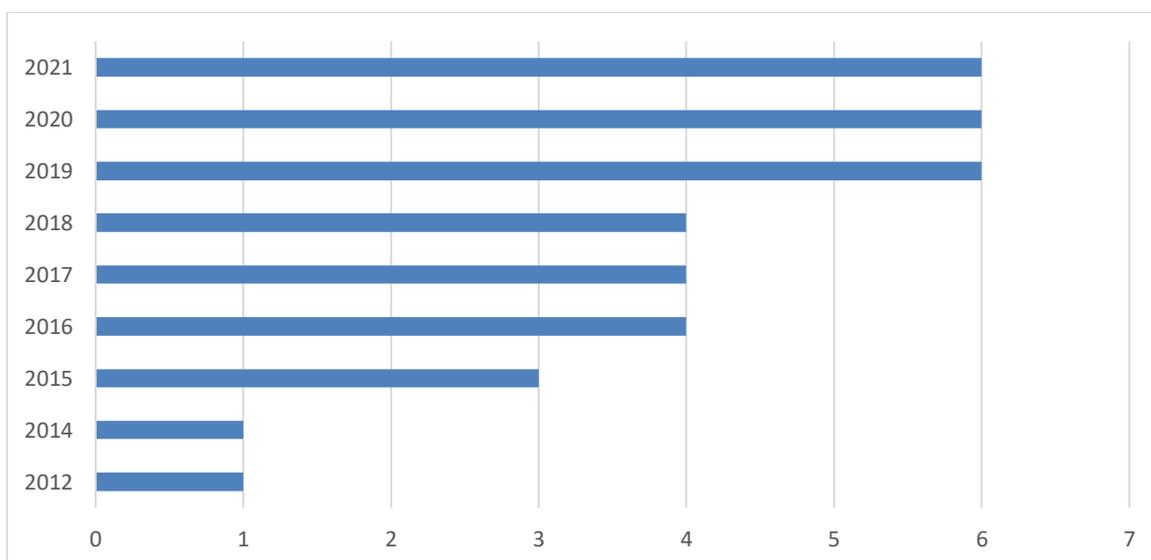
Gráfico 2. Análisis de artículos científicos por base de datos



Interpretación:

Del total de artículos a utilizar en la investigación tenemos que estos fueron encontrados en bases de datos científicas y académicas de gran aceptación y validez investigativa, las mismas que se encuentran en los criterios de inclusión del presente trabajo. Por lo cual decimos que; 1 de la base de datos Scielo, 2 de PubMed, 10 de SJR, 11 de PEDro, 8 de Scopus y 3 de ProQuest.

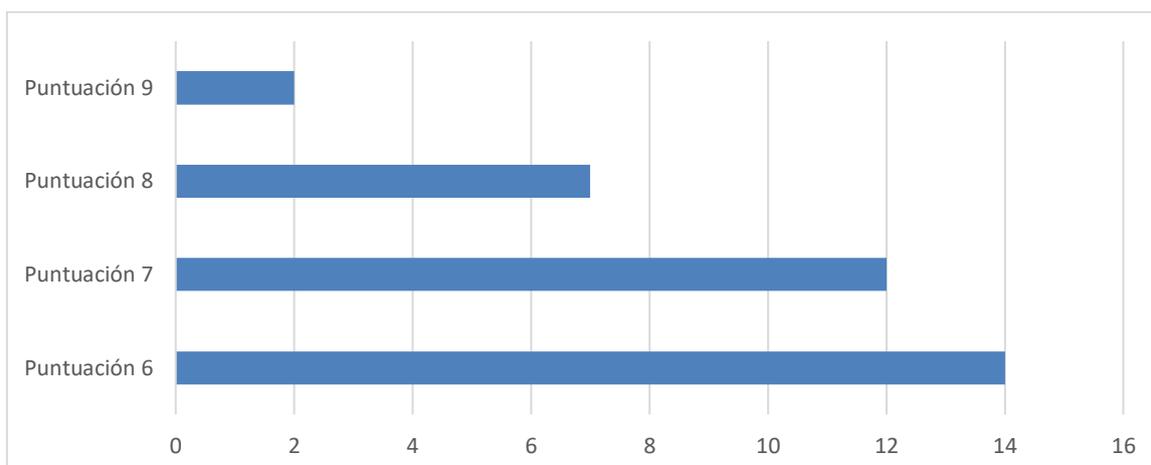
Gráfico 3. Análisis de artículos científicos por año de publicación



Interpretación:

Los artículos de validez para este trabajo cumplieron con el rango de tiempo establecido, el cual fue a partir del 2012 hasta la presente fecha. Teniendo en cuenta este dato se encontró que dentro de los artículos a utilizar; 1 fue del 2012, 1 del 2014, 3 del 2015, 4 del 2016, 4 del 2017, 4 del 2018, 6 del 2019, 6 del 2020 y 6 del 2021.

Gráfico 4. Análisis de los artículos científicos por puntuación en la escala de PEDro



Interpretación:

Todos los artículos que se utilizó en este trabajo pasaron por una valoración de calidad metodológica mediante la escala de PEDro, la cual mediante una puntuación indica la validez del artículo, teniendo en cuenta que debieron ser mayor a 6 para su uso en el presente informe final, es así que se puntuó; 14 artículos con 6 puntos, 12 con 7 puntos, 7 con 8 puntos y 2 con 9 puntos.

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Tabla 2. Beneficios de la aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora del paciente con Parkinson.

Nº	AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
1	(Lee, 2021)	Ensayo clínico aleatorizado	56 pacientes	Para el estudio se asignaron a los pacientes en dos grupos de forma aleatoria y mediante un sistema informático, obteniendo un grupo de entrenamiento con realidad virtual y uno de control con entrenamiento convencional. Los sujetos fueron sometidos a pruebas de valoración de equilibrio y marcha antes de la intervención, también después de la misma para corroborar los beneficios de cada una de las modalidades de entrenamiento en el equilibrio y marcha de los pacientes con enfermedades neurológicas como el Parkinson, entre otras.	El estudio revela que existe una mejora significativa en control y equilibrio postural gracias a la utilización de la realidad virtual (RV) en el entrenamiento del equilibrio y marcha, teniendo en cuenta que un factor importante fue la fuerza muscular del miembro inferior que se ganó al combinar la RV con la caminadora no motorizada. A diferencia del grupo de control que utilizó el entrenamiento convencional y con caminadora motorizada. También existió un mayor control de la marcha, el estudio mostró un aumento en la velocidad, longitud del paso y su zancada, brindado así una mejor independencia y autonomía en el diario vivir de los pacientes que se sometieron al estudio.
2	(G. E. L. de Melo et al., 2020)	Ensayo clínico prospectivo, aleatorizado,	45 pacientes	El estudio se realizó mediante la asignación al azar de los pacientes en 3 grupos en donde el uno sería evaluado la rehabilitación de marcha convencional, otro la marcha en cinta	Las evaluaciones para conseguir los resultados del estudio serían realizadas mediante 4 evaluaciones a lo largo del proceso de rehabilitación, abarcando las afectaciones motoras principales del

		controlado, ciego		rodante y el entrenamiento de la marcha mediante realidad virtual. Se realizaron 12 sesiones de rehabilitación, cada grupo en su modalidad en busca de encontrar las diferencias y mejoras que brinda la rehabilitación mediante realidad virtual en los pacientes con la enfermedad de Parkinson.	paciente con Parkinson como son: equilibrio estático y dinámico, marcha, motricidad en AVD, movilidad funcional, inestabilidad postural, rigidez articular, temblores y bradicinesias. Cada una de las escalas examinadas brindara una cercanía más real de la condición de los pacientes luego de su rehabilitación mediante realidad virtual.
3	(Liao et al., 2019)	Ensayo controlado aleatorio simple ciego	34 pacientes	Los participantes del estudio fueron asignados a dos grupos al azar, uno para entrenamiento con realidad virtual y el otro para entrenamiento físico y cognitivo combinado, dicho entrenamiento abarca ejercicios de resistencia en miembros superior e inferior, aeróbicos, tareas funcionales que mejoren el rendimiento motor en actividades cotidianas y cognitivas, equilibrio, marcha y coordinación en los diferentes escenarios de rehabilitación. El entrenamiento con realidad virtual se realizó mediante la utilización de programas y sistemas informáticos virtuales en 3D.	El estudio revela que los dos grupos mostraron una mejoría en las actividades funcionales motoras de miembros superior e inferior, marcha de una y dos tareas. No obstante, existió una mejora más significativa en el grupo de entrenamiento con realidad virtual, la marcha cognitiva y de doble tarea, es decir la capacidad en la que el paciente puede dominar la caminata mientras piensa y realiza otra actividad motora.
4	(Albiol-Pérez et al., 2017)	Ensayo controlado aleatorio	10 pacientes	En el estudio se analiza y se experimenta mediante realidad virtual sobre el control postural espacial en sedestación. La rehabilitación consistió en fisioterapia tradicional y	Los resultados del estudio muestran que existe una mejoría en la intervención fisioterapéutica con el uso de realidad virtual en donde se evidencia un mejor control postural en las tres posiciones

				virtual, realizadas con el mismo tiempo para su posterior evaluación mediante escalas y cuestionarios.	evaluadas izquierda, derecha y central, sin embargo, días luego de la intervención los datos estadísticos no son significativos, no obstante, esto no quiere decir que el estudio con esta modalidad no tenga validez, ya que sus efectos han brindado ayuda a los pacientes con la enfermedad de Parkinson en las actividades que demandan de un equilibrio y control postural para ser llevadas a cabo.
5	(Gallagher et al., 2016)	Ensayo controlado aleatorio	15 pacientes	Los participantes del estudio realizaron ensayos donde montaron bicicleta estacionaria con la finalidad de verificar si con señales auditivas y visuales en un entorno virtual pueden mejorar su comportamiento motor y proporcionar mejor intensidad en el ejercicio. El entorno virtual que se utilizó en el estudio fue simple y semi inmersivo con herramientas que proporcionaron las señales auditivas y visuales.	Las personas con Parkinson aumentaron su tasa de pedaleo con las señales auditivas y visuales, de la misma manera sucedió con el grupo de personas sanas. Sin embargo, los pacientes con EP aumentaron su velocidad de pedaleo cuando se intervenía de manera auditiva con comandos verbales para que pongan atención y concentración en las señales visuales del entorno virtual.
6	(Campo-Prieto et al., 2021)	Ensayo controlado aleatorio	4 pacientes	Para el estudio se creó un entorno virtual inmersivo con dispositivos de entretenimiento convencionales y sistemas informáticos de control portátil, las intervenciones se desarrollaron en dos días diferentes, en cada sesión se realizó una experiencia como preentrenamiento y un juego como entrenamiento, los participantes	Todos los participantes completaron el estudio, al finalizar fueron evaluados mediante diferentes tipos de escalas y cuestionarios que revelan que los videojuegos con entornos de realidad virtual inmersiva producen efectos positivos en los pacientes con Parkinson, además de producir satisfacción y entretenimiento es

				fueron guiados y supervisados de manera individual en cada procedimiento.	una modalidad de rehabilitación que ayuda en su control y actividades motoras.
7	(Kashif et al., 2021)	Ensayo controlado aleatorio	34 participantes	El objetivo del estudio es comprobar los efectos de la realidad virtual sobre el aprendizaje y la función motora de miembros superiores e inferiores en el paciente con Parkinson, para lo cual la asignación de los participantes se realizó en dos grupos; uno para rehabilitación de rutina con estiramientos, fortalecimiento, relajación, coordinación y equilibrio entre otras actividades, mientras que el otro grupo realizará rehabilitación cotidiana con la utilización de realidad virtual en actividades de entretenimiento y diversión como son: juegos de tenis, bolos, boxeo, entre otras.	El estudio evaluó la afectación motora y las AVD mediante escalas específicas con la finalidad de conocer el efecto de la realidad virtual, específicamente de las imágenes motoras en la recuperación e integración a las actividades del paciente. Existe una buena mejoría en la motricidad y funcionalidad de miembros superiores e inferiores con la utilización de las técnicas virtuales mencionadas, al recibir estímulos sensoriales el individuo entra a un proceso de retroalimentación y aprendizaje motor.
8	(Oña et al., 2020)	Ensayo controlado aleatorio	20 pacientes	En el estudio se realizó la prueba de caja y bloques (BBT) físico y con realidad virtual en pacientes con Parkinson para evaluar la función motora de las extremidades superiores tanto en habilidad como en destreza, mediante la utilización de motricidad fina y gruesa en los movimientos que se realiza en las AVD. Los sistemas virtuales brindan dos escenarios, uno	Se identificó al finalizar el estudio que existe un resultado muy favorable y fiable de la utilización de la realidad virtual inmersiva en la función motora del miembro superior mediante la utilización de la prueba BBT en modo virtual, los participantes de ese grupo puntuaron más alto, y se especifica un mejor resultado en la mano o extremidad menos afectada por las manifestaciones clínicas de la enfermedad de Parkinson, en especial en

				para entrenamiento y otro para la evaluación.	lo que es destreza, motricidad y coordinación manual.
9	(Sánchez-Herrera-Baeza et al., 2020)	Ensayo controlado aleatorio	8 pacientes	<p>El estudio fue realizado en dos componentes para ampliar la efectividad de los resultados. La intervención cuantitativa para buscar y analizar los efectos de la realidad virtual inmersa a través de juegos diseñados específicamente para pacientes con manifestaciones clínicas del Parkinson.</p> <p>La intervención cualitativa se utilizó con la finalidad de comprender la factibilidad del estudio con realidad virtual en estos pacientes, mediante la aceptación o resistencia a este método de rehabilitación, se evaluó las experiencias y opiniones de los individuos ante la intervención.</p>	<p>Mediante análisis estadístico en los diferentes aspectos a evaluar acerca de la realidad virtual inmersiva con juegos diseñados para pacientes con Parkinson se identificó mejoras significativas en la fuerza muscular de los sujetos en el agarre y motricidad, una mayor destreza en la manipulación de objetos, mejor coordinación, movilidad y habilidad manual fina, finalmente un buen rendimiento de la extremidad superior en general.</p> <p>Cabe mencionar que cualitativamente la aceptación y satisfacción de la intervención con esta modalidad de tratamiento fue significativamente favorable por los participantes.</p>
10	(G. Melo et al., 2018)	Ensayo controlado aleatorio	37 pacientes	<p>En el estudio se asignaron tres grupos de intervención, en el grupo de realidad virtual se utilizó el juego de Xbox 360 con la finalidad de evaluar el efecto de este sobre la movilidad y el control postural en los pacientes con Parkinson.</p>	<p>Se evidenció mejores resultados en los grupos de entrenamiento con realidad virtual y cinta rodante, datos estadísticamente significativos que demuestran que existen efectos positivos de esta modalidad en la postural y su control al cambio de movimientos o posiciones corporales, además de una mejor movilidad la cual ayuda en la autonomía e independencia del paciente con Parkinson.</p>

11	(Hajebrahimi et al., 2020)	Estudio de caso	1 paciente	Se utilizó para este estudio el Nintendo Wii como herramienta de realidad virtual, los juegos de este ayudaron a evaluar la movilidad, el equilibrio y marcha del paciente, en un total de 18 sesiones con constantes evaluaciones y cada cierto tiempo. El progreso de la dificultad en este entrenamiento o rehabilitación virtual dependió del paciente y de su concentración, lo que requirió mayor cognición y función motora.	Dentro de los resultados se destaca la seguridad en el paciente para la realización de las actividades diarias después de la intervención con realidad virtual, su disciplina y apoyo familiar contribuyeron a que el sujeto no abandone el estudio y lo culmine con mejoras significativas en el equilibrio y movilidad, además de las habilidades motoras para su desempeño cotidiano.
12	(Kilic et al., 2017)	Ensayo controlado aleatorio	5 pacientes	En este estudio se planteó la utilización de un sistema de rehabilitación con realidad virtual, este software permite controlar al paciente dentro de los juegos que este presenta, se lo realiza con los mismos movimientos de su cuerpo, son sistemas inteligentes con sensores y rastreadores en entornos inmersivos que ayudan a receptar de mejor manera los estímulos sensoriales.	El resultado fue positivo sobre los músculos que brindan la estabilidad y control postural, también ayudó en el equilibrio del paciente, todo esto gracias a las herramientas de realidad virtual y su entorno, a los juegos en los que se desarrolló la rehabilitación, finalmente a los ejercicios de miembros superiores e inferiores que se fueron combinando a lo largo de la intervención.
13	(Zeigelboim et al., 2021)	Ensayo controlado aleatorio	16 pacientes	En el estudio los pacientes se sometieron a rehabilitación vestibular con realidad virtual con la finalidad de mejorar el equilibrio del sujeto. Se utilizó Nintendo Wii, Wii remote y Wii Balance Board, se les instruyó acerca de su uso y los movimientos que van a	Tras las manifestaciones clínicas y molestias expuestas por los pacientes en la anamnesis y cuestionarios del estudio se logró resultados favorables en la mejora de la independencia y autonomía en las actividades cotidianas, tras aumentar el equilibrio y confianza en los juegos de

				realizar durante la rehabilitación. Se realizaron 4 juegos con realidad virtual para mejorar el control postural y equilibrio mediante retroalimentación visual, solo se realizaron ejercicios con esta modalidad, nada de terapia convencional.	caminata con realidad virtual, además los ejercicios de fortalecimiento en miembros inferiores ayudaron a mejorar la calidad de vida, marcha y movilidad.
14	(Mirelman et al., 2016)	Ensayo controlado aleatorio	302 pacientes	<p>El estudio se realizó con la asignación de los participantes en dos grupos, uno con cinta rodante de manera convencional y el otro con el uso de realidad virtual no inmersiva mediante la utilización de una pantalla grande que brindaba un efecto de simulación computarizada.</p> <p>En el entrenamiento con realidad virtual se incluyó cámaras y sensores, los cuales captaron todos los movimientos del paciente durante la intervención, existieron obstáculos y distractores virtuales, estos pretendiendo que el sujeto controle su movilidad, marcha, equilibrio y coordinación.</p>	<p>Los resultados principales del estudio fueron favorables en el índice de incidentes de caídas del paciente con Parkinson los 6 meses posteriores al tratamiento con realidad virtual.</p> <p>Como resultado secundario se analizó los efectos en la marcha, sus fases, velocidad y cambios de esta, teniendo en cuenta los distractores y obstáculos virtuales que se involucraron durante el entrenamiento con esta modalidad. Dicho esto, los datos fueron significativamente mejor con virtualidad y sus herramientas, tanto en la variabilidad de la marcha, equilibrio y coordinación, mejorando así la autonomía del paciente</p>
15	(Feng et al., 2019)	Ensayo controlado aleatorio	28 pacientes	Los participantes de este estudio fueron designados a un grupo experimental con realidad virtual y otro de control con fisioterapia convencional, esto en busca de indagar cual método de rehabilitación brinda un mejor beneficio en el equilibrio y	Luego de 12 semanas de rehabilitación con realidad virtual para mejorar el equilibrio y marcha en el paciente con Parkinson se identificó que la puntuación de las evaluaciones en ambos grupos había mejorado significativamente. Sin embargo; la mejoría fue mayor en el grupo de

				marcha del paciente con la enfermedad de Parkinson. Para la evaluación se utilizó escalas de equilibrio, caminara y marcha funcional específicas para este tipo de pacientes.	entrenamiento con realidad virtual en comparación a los resultados de la fisioterapia convencional.
16	(van der Kolk et al., 2019)	Ensayo controlado aleatorio doble ciego	130 pacientes	Los pacientes fueron asignados a un grupo de intervención aeróbica y otro de control activo. Se creó la intervención Park-in-Shape que proporciona elementos de juego, lo cual ayuda al paciente a realizar los ejercicios en la casa, guiado y controlado de manera remota por un profesional capacitado para el estudio. Se comparó con el grupo de control no aeróbico, luego de que ambos grupos recibieron el entrenamiento y la motivación necesaria para crear una adherencia y compromiso con el estudio.	Tras finalizar la intervención ambos grupos mostraron una mejor adherencia y cumplimiento al tratamiento de rehabilitación, lo cual ayudó a evitar que los participantes se salieran del protocolo de ejercicios, aun estando en casa con supervisión remota. Las puntuaciones no arrojaron datos significativamente grandes, debido a que los pacientes estaban con medicación. Sin embargo, los síntomas motores del Parkinson presentaron una mejoría con la utilización de la realidad virtual y los ejercicios aeróbicos en el hogar, por muy pequeña que sea dentro de la clínica, esto servirá como una guía y ayuda en estudios posteriores.
17	(G. E. L. De Melo et al., 2018)	Ensayo clínico prospectivo, aleatorizado y controlado	37 pacientes	Los participantes del estudio fueron designados en un grupo de entrenamiento convencional, entrenamiento de marcha en caminadora y un grupo de realidad virtual con Xbox™, lo que se evaluó en esta intervención fueron los efectos del entrenamiento con realidad virtual en la marcha, la distancia recorrida y la	Los resultados del estudio fueron para el grupo de realidad virtual y cinta rodante una distancia más larga según la valoración realizada, por ende, la velocidad en la marcha fue mejor que la del grupo con entrenamiento convencional. Se evidencia que la utilización de sistemas informáticos y virtuales en la rehabilitación de la marcha en estos pacientes es muy

				capacidad física del paciente con Parkinson.	eficaz al igual que con la utilización de la cinta rodante, tanto en la velocidad de marcha como en la condición física para recorrer una determinada distancia.
18	(Yang et al., 2016)	Ensayo controlado aleatorizado	23 pacientes	Los pacientes fueron intervenidos en 12 sesiones de rehabilitación, un grupo de entrenamiento de equilibrio con realidad virtual, mientras el otro como grupo de control con terapia convencional. Se sometieron a varias evaluaciones durante el estudio con la finalidad de encontrar los beneficios de la virtualidad. El software de realidad virtual contaba con tres programas: aprendizaje básico, tareas diarias al aire libre y en interiores. Estos simuladores con entornos virtuales fueron controlados y guiados por profesionales de la rehabilitación tanto antes y después de la intervención.	Los dos grupos de intervención presentaron resultados de mejora en el equilibrio del paciente con Parkinson, las escalas de valoración muestran diferencias poco significativas entre ambas modalidades de rehabilitación. Sin embargo; el efecto positivo que arrojaron las pruebas fueron mayor velocidad y tiempo en la movilidad del paciente, lo cual involucra un mejor control de la postura y equilibrio del paciente en la realización de sus actividades cotidianas. Además, se identificó buena funcionalidad en los miembros superiores tras la manipulación en las tareas realizadas durante la intervención.
19	(Liao, Yang, Cheng, et al., 2015)	Ensayo controlado aleatorio	36 pacientes	En el estudio se asignaron a los participantes en grupo de realidad virtual con Wii Fit, grupo de entrenamiento tradicional y el grupo de control. Los grupos de realidad virtual y entrenamiento tradicional recibieron intervenciones con ejercicios de estiramiento, fortalecimiento, equilibrio, yoga y entrenamiento en cinta durante un determinado tiempo.	El resultado principal y más favorable en la rehabilitación del paciente con Parkinson se encontró en el grupo de entrenamiento con realidad virtual mediante Wii Fit, se consiguió una mejora en la velocidad al momento de cruzar y superar obstáculos, mayor longitud en la zancada, finalmente un buen equilibrio dinámico en la intervención y ejercicios realizados por el paciente.

				El grupo de control solo recibió educación sobre cómo prevenir las caídas en las diferentes superficies y dificultades que se pueda presentar en su entorno.	
20	(Liao, Yang, Wu, et al., 2015)	Ensayo de control aleatorio	36 pacientes	<p>Este estudio se realizó en base a la misma información del estudio anterior. Se asignaron a los participantes en grupo de realidad virtual con Wii Fit, grupo de entrenamiento tradicional y el grupo de control.</p> <p>El enfoque de este estudio fue la fuerza muscular, capacidad para caminar, funcionalidad de la marcha e integración sensorial del paciente con Parkinson mediante las tres modalidades de entrenamiento o rehabilitación.</p>	<p>El grupo de realidad virtual, así como el de entrenamiento tradicional mejoraron la velocidad de la marcha, longitud de zancada, buena funcionalidad en la marcha, mayor fuerza muscular en miembros inferiores.</p> <p>Se evidenció también que la integración del sistema visual tuvo una mejora más significativa en el grupo de realidad virtual mediante Wii Fit que los otros grupos de intervención.</p>
21	(Bekkers et al., 2020)	Investigación aleatorizada y controlada	121 pacientes	<p>Los participantes fueron asignados en dos grupos; uno con tratamiento tradicional en cinta rodante y el otro con realidad virtual en cinta rodante, ambos fueron sometidos a evaluación: antes, después del entrenamiento y seis meses posteriores a la intervención fisioterapéutica.</p> <p>Se analizó las intervenciones en las dos modalidades con el objetivo de</p>	<p>La puntuación de las pruebas realizadas arrojó que ambos grupos mejoraron después del entrenamiento, sin embargo, las ganancias no se encaminaron en un tiempo muy lejano de 6 meses. El congelamiento de la marcha con el entrenamiento en cinta rodante más la realidad virtual presentó una reducción de caídas a diferencia del entrenamiento tradicional. Cabe mencionar que se consiguió además una buena</p>

				identificar los beneficios en la congelación de la marcha.	estabilidad postural en los pacientes que fueron intervenidos.
22	(Gandolfi et al., 2017)	Ensayo multicéntrico, ciego, aleatorizado y controlado	76 pacientes	Los pacientes que participaron en el estudio fueron asignados al azar en dos grupos para recibir telerehabilitación con realidad virtual en el hogar o entrenamiento de equilibrio sensorial en la clínica. Para el hogar se utilizó juegos de ejercicios variados con el uso del sistema de Nintendo Wii Fit, mientras que para la clínica sensorial se realizó ejercicios que ayuden en el control postural de los pacientes.	Se evidenció diferencias entre ambos grupos luego de la utilización de la escala de equilibrio, la misma que indicó que el grupo de telerehabilitación con realidad virtual mejoró significativamente. De la misma forma el índice dinámico de la marcha fue positivo en el entrenamiento sensorial en la clínica. Ambos resultados indican que existe una buena relación de modalidades que son efectivas en el mejoramiento de la calidad de vida del paciente con Parkinson.
23	(van den Heuvel et al., 2014)	Ensayo clínico aleatorizado	33 pacientes	Los participantes fueron evaluados en dos grupos asignados al azar, uno con entrenamiento de equilibrio mediante retroalimentación visual aumentada y el otro grupo con entrenamiento del equilibrio de forma convencional, se buscó la efectividad y fiabilidad en la mejora del control postural del paciente con Parkinson.	Las puntuaciones del estudio para las medidas del equilibrio tuvieron mayor tendencia para el grupo con entrenamiento del equilibrio mediante retroalimentación visual aumentada, sin embargo; la estadística no fue significativa en comparación con el grupo de entrenamiento convencional, a pesar de haber sido más favorecido el grupo experimental por relevancia clínica, la cual fortalece su efecto.
24	(Sarasso et al., 2021)	Ensayo controlado aleatorio	25 pacientes	El grupo de pacientes con inestabilidad postural y trastorno de la marcha fueron aleatoriamente asignados, unos para realizar un entrenamiento con imágenes motoras en donde combinaron lo observado más	El entrenamiento del equilibrio y marcha de tarea dual mejoró la movilidad tanto en tarea simple como doble. Las funciones del Parkinson en la ejecución de actividades como lo es la inestabilidad postural y alteraciones de la marcha tuvieron su efecto

				<p>ejercicios imaginados, esto dentro de la práctica.</p> <p>El otro grupo realizó los mismos ejercicios combinados del primer grupo mientras observaban videos de paisajes. Se evaluó la marcha, movilidad, equilibrio y función cognitiva, además de la utilización de tareas duales.</p>	<p>positivo en un tiempo considerable después de la intervención, alrededor de 14 semanas, gracia a la retroalimentación sensorial involucrada en el control motor del paciente.</p>
25	(Nuic et al., 2018)	Ensayo controlado aleatorio	10 pacientes	<p>El estudio desarrolló un videojuego en donde el paciente realiza movimientos rápidos con las cuatro extremidades, pelvis y tronco posterior a la utilización de comandos verbales y señales visuales.</p> <p>Se midió la factibilidad y aceptación del programa de rehabilitación y los efectos que brinda sobre la alteración de la marcha y equilibrio, así como del impacto en la calidad de vida.</p>	<p>El estudio tuvo buena aceptación y fiabilidad, los pacientes demostraron gran satisfacción tras culminar la intervención.</p> <p>Los resultados muestran un mayor grado de confianza en el equilibrio según la escala utilizada en el estudio, la marcha mejoro tanto en longitud de paso y su velocidad, control postural y mejor manejo de los signos incapacitantes en el paciente con Parkinson.</p>
26	(Fernández-González et al., 2019)	Ensayo controlado aleatorio	23 pacientes	<p>Los participantes fueron asignados a un grupo experimental donde recibieron tratamiento basado en una serie de juegos que se diseñó mediante un sistema informático virtual para miembro superior, y un grupo de control que recibió entrenamiento específico para miembro superior, correspondiente a movilidad, motricidad fina y gruesa, fuerza</p>	<p>Se observaron mejoras en el grupo experimental de realidad virtual tras las evaluaciones posteriores a la intervención, en todas las pruebas el efecto fue positivo, excepto en una prueba de box y blocks.</p> <p>En el análisis estadístico se obtuvo una mejora significativa en la movilidad, coordinación y motricidad fina sobre el lado más afectado del paciente con Parkinson en el grupo experimental.</p>

				muscular, etc. La evaluación se realizó antes y después de la intervención.	
27	(Yuan et al., 2020)	Ensayo controlado aleatorio	24 pacientes	<p>Este estudio se llevó a cabo en dos grupos equitativamente distribuidos, el grupo A tubo una primera fase de intervención y posteriormente una de control con la misma cantidad de sesiones, el grupo B primero pasó la fase de control y luego realizó la fase de intervención.</p> <p>Cabe mencionar que en las fases de control no se realizaron ningún ejercicio en ambos grupos, mientras en la intervención se realizó entrenamiento con ejercicios de equilibrio basado en videojuegos interactivos personalizados.</p>	<p>El entrenamiento con ejercicios de equilibrio basado en videojuegos interactivos personalizados arrojó resultados de mejora significativa luego de la intervención en ambos grupos, con sus impactos positivos en el equilibrio, control de la postura y brindando así una mejor confianza en el paciente al realizar sus actividades, lo cual redujo el índice de caídas en el paciente con Parkinson.</p>
28	(Summa et al., 2015)	Ensayo controlado aleatorio	7 pacientes	<p>Los participantes del estudio realizaron movimientos con el miembro superior, en donde debieron alcanzar y colocar objetos en diferentes posiciones, direcciones y alturas. Para este estudio se controló mediante sensores de movimientos y sistemas informáticos virtuales, con la finalidad de obtener datos precisos acerca de cada uno de los movimientos que realizaba el paciente, evaluando así la velocidad, amplitud del movimiento y precisión.</p>	<p>Durante la intervención y posterior a la misma se observó un aumento en la velocidad y aceleración de los movimientos realizados por el paciente, disminuyendo el índice de error en los impulsos y tiempos de ejecución de las actividades. Se identificó también una mejora en la elevación de objetos, en alcances más altos el impacto positivo del tratamiento fue mejor. El estudio indica una reducción significativa de la bradicinesia en los pacientes con Parkinson mediante el entrenamiento con este sistema virtual.</p>

29	(Shih et al., 2016)	Ensayo controlado aleatorio simple ciego	20 personas	Se asignaron a los participantes en dos grupos, uno de entrenamiento de exergaming en el equilibrio, y el otro de entrenamiento de equilibrio convencional. Se evaluó estabilidad postural mediante límites de estabilidad y pruebas de postura de una pierna, mientras que el equilibrio se evaluó mediante una escala y prueba cronometrada, antes y después de la intervención en ambos grupos.	Los participantes del grupo de exergaming en equilibrio presentaron mejoras significativas en la estabilidad postural según su valoración, así como en la prueba de postura en una pierna con ojos cerrados. Existió un mejor control direccional durante la intervención indicando la mayor factibilidad para la realización de diferentes actividades cotidianas que demanden este tipo de movimientos en un paciente con Parkinson.
30	(Takeo et al., 2021)	Ensayo controlado aleatorio	27 pacientes	Los participantes realizaron dos tareas de forma secuencial, encaminadas al aprendizaje motor. Primera tarea de pulsación visual indicada en entorno real, la segunda tarea fue de alcance con entorno virtual. Se distribuyeron en dos grupos, unos empezaban con la tarea en el entorno real y posteriormente realizaban en el entorno virtual, el otro grupo realizó de manera contraria.	El estudio investigó el aprendizaje motor entre el entrenamiento con entorno virtual y real. El resultado fue más favorable para el entrenamiento con entorno virtual luego de la intervención en entorno real tras el aprendizaje motor en diferentes tareas.
31	(Kim et al., 2019)	Ensayo controlado aleatorio	19 participantes	En la primera intervención del estudio los participantes cruzaron una serie de obstáculos de manera virtual durante la caminata en la cinta de correr, previamente se realizó ensayos con menos obstáculos y menor complicación del entorno virtual, durante todo el proceso recibieron retroalimentación auditiva y visual,	Los participantes con la utilización de la realidad virtual redujeron significativamente la distancia del pie conforme iba avanzando el entrenamiento y la dificultad del estudio. Los efectos que produjo la caminata con el entorno virtual y sus obstáculos permanecían hasta 24 horas posterior a la intervención, siendo esto una ayuda en la retroalimentación motora en el sujeto.

				mientras más avanzaba la ejecución del entrenamiento más era la complejidad del entrenamiento y la evaluación de esta.	
32	(Van Beek et al., 2019)	Ensayo controlado aleatorio	10 pacientes	Los pacientes que participaron en el estudio tuvieron acompañamiento profesional antes durante y después de la intervención. Los sujetos utilizaron un sistema de exergaming con la finalidad de realizar ejercicios que brinden información acerca de cómo se encuentra su destreza y función motora, por ende, la calidad de vida. Los elementos fundamentales de destreza que se evaluó fueron, la independencia, coordinación y motricidad de los dedos, muñeca y mano del paciente con Parkinson.	La adherencia al estudio fue del 99%, el sistema exergaming fue aceptado favorablemente tras los efectos conseguidos con la utilización de esta modalidad en el entrenamiento y rehabilitación del paciente con Parkinson que presenta una alteración o dificultad en su destreza motora, cada uno de los ejercicios mostraron un resultado significativo, brindando validez a la realidad virtual en la fisioterapia neurológica.
33	(Maidan et al., 2018)	Ensayo de control aleatorizado	64 pacientes	Los participantes del estudio fueron asignados al azar a un grupo para entrenamiento en cinta rodante convencional y el otro con realidad virtual, se evaluó la activación prefrontal durante la caminata, la doble tarea al cruzar y superar obstáculos, de esta manera identificar los beneficios sobre el riesgo de caída en la marcha del paciente con Parkinson.	El entrenamiento con ambas modalidades disminuyó la activación prefrontal en la marcha, sin embargo; se encontró que el entrenamiento en cinta rodante con realidad virtual mejoró y brindo mejores resultados que el entrenamiento convencional. Los hallazgos del estudio indican que la realidad virtual brinda una buena plasticidad en la corteza cerebral prefrontal tras la intervención con este sistema de rehabilitación, ayudando a la alteración de la marcha que presenta el paciente con Parkinson.

34	(Droby et al., 2020)	Ensayo controlado aleatorio	37 pacientes	Se estudiaron las intervenciones de los participantes en dos grupos con entrenamiento en cinta rodante, convencional y con realidad virtual con la finalidad de analizar los efectos ambos programas de entrenamiento motor en las redes funcionales del cerebro en pacientes con Parkinson. Se estudiaron los cambios en la funcionalidad y conectividad cerebral.	Como resultado se obtuvo una disminución significativa de la conectividad funcional en varias áreas del cerebro, esto tras finalizar el entrenamiento en ambos grupos. En el análisis de los datos se identificó un mayor tiempo en los efectos del grupo con realidad virtual sobre la conectividad de la red cerebelosa, mientras el otro grupo se destacó en otras áreas de la corteza cerebral. A pesar de ello, el resultado principal fue el destacado potencial en la plasticidad de las neuronas en el paciente con la enfermedad de Parkinson.
35	(Pompeu et al., 2012)	Ensayo clínico paralelo, prospectivo, simple ciego y aleatorizado	32 pacientes	El estudio se distribuyó en un grupo de control que realizó ejercicios de equilibrio sin estímulos ni retroalimentación cognitiva, mientras el grupo experimental tuvo su intervención en la investigación con juegos de Wii Fit, los participantes no conocían de esta modalidad ni sabían de su uso, además que no contaron con una capacitación previa.	Ambos grupos mostraron un mejor desempeño en las actividades de la vida diaria, según la escala pertinente. No existió diferencias significativas antes, durante o después del entrenamiento entre ambos grupos. Los pacientes con Parkinson mostraron mejoras en el rendimiento y destreza de las actividades cotidianas, sin que exista ventajas del entrenamiento basado en el Wii Fit.

4.2 Discusión

El uso de la realidad virtual (RV) en la enfermedad de Parkinson (EP) mejora significativamente las manifestaciones clínicas de la enfermedad, las mismas que están presentes en su sintomatología motora. Según los estudios analizados en el presente trabajo de investigación, las alteraciones más comunes que presenta el paciente con EP son en la capacidad motora, generada por el daño en el sistema nervioso, a nivel de las neuronas dopaminérgicas y que generalmente vienen acompañadas de un daño cognitivo leve o moderado según el estadio o avance de la enfermedad en el sujeto.

La RV al ser una nueva modalidad de rehabilitación motora dentro de la fisioterapia ha resultado crear controversia, dudas e incertidumbres sobre su efectividad. En la tabla 2 se evidencia los beneficios de la RV en la rehabilitación motora de la EP. De acuerdo a los resultados de las investigaciones de (Lee, 2021) (G. E. L. de Melo et al., 2020) (G. E. L. De Melo et al., 2018) (Yang et al., 2016) (Bekkers et al., 2020) (Gandolfi et al., 2017) (Nuic et al., 2018) (Yuan et al., 2020) (Shih et al., 2016) (Feng et al., 2019) (Kilic et al., 2017) (Zeigelboim et al., 2021) (Mirelman et al., 2016) (van den Heuvel et al., 2014) indican que el entrenamiento con RV en los diferentes entornos virtuales mejoran significativamente la marcha, control postural, equilibrio y coordinación. De esta forma existe un menor índice de caídas en el paciente con EP, mejor movilidad, velocidad y longitud de paso al momento de desplazarse el sujeto, gracias a la retroalimentación multisensorial a través de información visual y auditiva percibida en el entorno de entrenamiento con dicha modalidad.

El control y manejo de la inestabilidad postural que aquejaban los pacientes con EP posterior a la utilización de la RV mejoró en todas las posiciones que realizaba el sujeto en sus actividades. Sin embargo; cabe recalcar que estudios como el de (Albiol-Pérez et al., 2017) (Liao et al., 2019) (Hajebrahimi et al., 2020) (Sarasso et al., 2021) (Pompeu et al., 2012) identificaron que el entrenamiento con RV mediante imágenes motoras y retroalimentación visual – auditiva, no son los únicos elementos que ayudan al control postural y equilibrio. Para que exista una respuesta y resultado significativo, los autores mencionados reconocen que existe una influencia positiva del entrenamiento cognitivo en la rehabilitación motora, mediante el control de la fase ejecutiva dado por estímulos que activan la memoria, razonamiento, atención e inhibición de ciertos movimientos.

En la EP se produce una falla en la secreción del neurotransmisor denominado dopamina, por ende, la automaticidad en los movimientos del paciente con dicha enfermedad se ve

reducidos. En la EP se produce un efecto compensatorio para tratar de recuperar la automaticidad según demuestra el estudio de (Maidan et al., 2018) (Droby et al., 2020) , el cual nos indica que el cerebro forma nuevas redes cerebrales en una área específica. La neuroplasticidad como se conoce a este proceso corre el riesgo de aumentar el índice de caídas en el sujeto con Parkinson, al existir un mayor requerimiento de marcha, equilibrio y desplazamiento integrado a otras tareas puede existir una falla en las nuevas redes cerebrales y producir un número alto de caídas.

Sin embargo; para que exista un correcto funcionamiento en la integración de la plasticidad neuronal y la movilidad los estudios mencionados sugieren un entrenamiento cognitivo y motor con la utilización de la RV, de esta forma se propicia un entorno de estimulación multisensorial para una regulación y retroalimentación correcta a nivel de la corteza prefrontal encargada de la marcha. La activación de los circuitos motores y cognitivos han demostrado un mejor rendimiento en las secuencias y ejecución de movimientos, siendo estos más precisos, coordinados e independientes durante la marcha.

Cuando existe una mejor actividad cerebral en las áreas motoras encargadas específicamente de la movilidad y cognición del paciente, la respuesta se traduce en la capacidad y habilidad para realizar actividades complejas de una o doble tarea. Un entrenamiento cognitivo y motor integrados en el uso de RV brinda un mayor beneficio en la rehabilitación motora del paciente con EP, tanto en miembros superiores e inferiores, aún más cuando se involucra actividades cotidianas que normalmente el sujeto las realizaba sin problemas antes de padecer Parkinson.

Los autores (Lee, 2021) (Liao, Yang, Wu, et al., 2015) en sus investigaciones indican que existe una mejoría evidente en la fuerza muscular de los pacientes que se sometieron a sus estudios, específicamente se identificó un fortalecimiento de los miembros inferiores, debido a la recuperación funcional de la marcha, así como a la utilización de caminadoras no motorizadas en algunos casos, siendo mayor la participación física de la musculatura, habilidad y capacidad del sujeto ante el ejercicio.

El estudio de (van der Kolk et al., 2019) indica que el ejercicio aeróbico practicado en casa mediante telerehabilitación o por medio de entrenamiento con RV en entornos virtuales inmersivos, semi o no inmersivos ayudan a mitigar los síntomas motores de la EP, además de ayudar en la prevención y cuidado del sistema cardiovascular del paciente. También crea

una mejor adherencia al ejercicio, motivando al sujeto a realizar actividad física, y así tenga una calidad de vida saludable, física y mentalmente.

(Gallagher et al., 2016) en su estudio acerca de la influencia de un entorno virtual con información sensorial visual y auditiva sobre la velocidad de pedaleo demostró que existe una mejor tasa de pedaleo gracias a los estímulos multisensoriales que recibe el paciente con Parkinson al igual que el sano durante la participación en el estudio. Menciona también que la RV en los aspectos ya resaltados anteriormente ayuda en la coordinación de movimientos musculares, mejorando la marcha y control de la movilidad de los miembros inferiores, aplacando las manifestaciones motoras como la bradicinesia y los temblores, características de la EP.

El estudio de (Summa et al., 2015) se fundamenta en el control de la bradicinesia, el resultado de la investigación demuestra que la utilización de RV mediante juegos y los sensores de movimientos de Microsoft Kinet redujeron significativamente la bradicinesia, gracias a los ejercicios de repetición y de gran amplitud, mejorando así la destreza y habilidad de los miembros superiores. El sistema informático utilizado para el estudio, además captó los movimientos a nivel de todo el cuerpo, tanto musculares como articulares, concluyendo que el efecto se produjo a nivel general en todo el cuerpo, sin embargo; el mayor impacto se presentó en las extremidades superiores que realizaron mayor número de movimientos semejando las actividades de la vida diaria que realiza una persona con EP.

Los juegos de destreza manual con el uso de la RV en entorno no inmersivo e inmersivo utilizados en el estudio de (Fernández-González et al., 2019) (Sánchez-Herrera-Baeza et al., 2020) (Oña et al., 2020) mejoraron la coordinación y movilidad del miembro superior en los pacientes con EP, además se obtuvieron beneficios en la recuperación de la motricidad fina, teniendo en cuenta que la EP por sus alteraciones en el movimiento y demás síntomas motores imposibilita al sujeto a realizar actividades que demanden precisión y destreza motriz, específicamente en las manos. Se utilizó una serie de juegos que brinden una rehabilitación motora en acciones de: agarre, fuerza, desplazamiento, movilidad, habilidad, presión y secuencias de movimientos simples y complejas, todas estas integradas a estímulos visuales y auditivos para su ejecución, controladas por un sistema de sensores de movimientos para evidenciar sus efectos.

5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

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

El uso de la RV también tuvo gran impacto en la rehabilitación motora del miembro superior, los estudios indican un mejor manejo de la motricidad fina y gruesa, entendiéndose la complejidad de los movimientos que realiza las articulaciones del hombro, codo y esencialmente la muñeca y manos. Los movimientos de la extremidad superior al ser de gran precisión, demanda de una habilidad y destreza para su ejecución, pero gracias al entrenamiento mediante repetición y estimulación visual en entornos virtuales ha logrado mejorar su desempeño y control manual. Como resultado de las intervenciones con esta modalidad de rehabilitación se ha recuperado la independencia del paciente en las actividades de la vida diaria.

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

5.2 Recomendaciones

Incorporar dentro de la carrera de fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo modalidades de rehabilitación actualizadas e innovadoras como el uso de la realidad virtual, basado en la neuroingeniería para una mejor y pronto recuperación de los pacientes con enfermedades neurológicas y degenerativas.

Incentivar a los estudiantes a investigar sobre las actualizaciones en la fisioterapia en las diferentes áreas o especialidades que abarca la carrera, ampliar los horizontes con nuevos protocolos de tratamiento, con la finalidad de brindar al paciente un mejor proceso de recuperación, adaptado a su patología o condición que presente en su salud.

Socializar a la población, profesionales de salud y estudiantes acerca de los beneficios que proporciona la utilización de la realidad virtual en la fisioterapia, específicamente en las alteraciones motoras producto de diversas enfermedades o patologías, aumentando significativamente la independencia y autonomía del paciente en sus actividades de la vida diaria tras su rehabilitación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Albiol-Pérez, S., Gil-Gómez, J. A., Muñoz-Tomás, M. T., Gil-Gómez, H., Vial-Escolano, R., & Lozano-Quilis, J. A. (2017). The effect of balance training on postural control in patients with parkinson's disease using a virtual rehabilitation system. *Methods of Information in Medicine*, 56(2), 138–144. <https://doi.org/10.3414/ME16-02-0004>
- Bekkers, E. M. J., Mirelman, A., Alcock, L., Rochester, L., Nieuwhof, F., Bloem, B. R., Pelosin, E., Avanzino, L., Cereatti, A., Della Croce, U., Hausdorff, J. M., & Nieuwboer, A. (2020). Do Patients With Parkinson's Disease With Freezing of Gait Respond Differently Than Those Without to Treadmill Training Augmented by Virtual Reality? *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 34(5), 440–449. <https://doi.org/10.1177/1545968320912756>
- Campo-Prieto, P., Rodríguez-Fuentes, G., & Cancela-Carral, J. M. (2021). Can immersive virtual reality videogames help parkinson's disease patients? A case study. *Sensors*, 21(14), 1–9. <https://doi.org/10.3390/s21144825>
- Cikajlo, I., & Peterlin Potisk, K. (2019). Advantages of using 3D virtual reality based training in persons with Parkinson's disease: A parallel study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 16(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0601-1>
- De Melo, G. E. L., Kleiner, A. F. R., Lopes, J. B. P., Dumont, A. J. L., Lazzari, R. D., Galli, M., & Oliveira, C. S. (2018). Effect of virtual reality training on walking distance and physical fitness in individuals with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*, 42(4), 473–480. <https://doi.org/10.3233/NRE-172355>
- Droby, A., Maidan, I., Jacob, Y., Giladi, N., Hausdorff, J. M., & Mirelman, A. (2020). Distinct Effects of Motor Training on Resting-State Functional Networks of the Brain in Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 34(9), 795–803. <https://doi.org/10.1177/1545968320940985>
- Feng, H., Li, C., Liu, J., Wang, L., Ma, J., Li, G., Gan, L., Shang, X., & Wu, Z. (2019). Virtual reality rehabilitation versus conventional physical therapy for improving balance and gait in parkinson's disease patients: A randomized controlled trial. *Medical Science Monitor*, 25, 4186–4192. <https://doi.org/10.12659/MSM.916455>
- Fernández-González, P., Carratalá-Tejada, M., Monge-Pereira, E., Collado-Vázquez, S., Sánchez-Herrera Baeza, P., Cuesta-Gómez, A., Oña-Simbaña, E. D., Jardón-Huete, A., Molina-Rueda, F., Balaguer-Bernaldo De Quirós, C., Miangolarra-Page, J. C., & Cano-

- De La Cuerda, R. (2019). Leap motion controlled video game-based therapy for upper limb rehabilitation in patients with Parkinson's disease: A feasibility study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *16*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0593-x>
- Gallagher, R., Damodaran, H., Werner, W. G., Powell, W., & Deutsch, J. E. (2016). Auditory and visual cueing modulate cycling speed of older adults and persons with Parkinson's disease in a Virtual Cycling (V-Cycle) system. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *13*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0184-z>
- Gandolfi, M., Geroin, C., Dimitrova, E., Boldrini, P., Waldner, A., Bonadiman, S., Picelli, A., Regazzo, S., Stirbu, E., Primon, D., Bosello, C., Gravina, A. R., Peron, L., Trevisan, M., Garcia, A. C., Menel, A., Bloccari, L., Valè, N., Saltuari, L., ... Smania, N. (2017). Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized, Controlled Trial. *BioMed Research International*, *2017*. <https://doi.org/10.1155/2017/7962826>
- Hajebrahimi, F., Cakir, T., & Hanoglu, L. (2020). Virtual Reality Training Helpful in Motor and Cognition in Corticobasal Syndrome: A Case Report PET Study. *Case Reports in Neurology*, *12*(2), 238–246. <https://doi.org/10.1159/000508492>
- Kashif, M., Ahmad, A., Bandpei, M. A. M., Gillani, S. A., Hanif, A., & Iram, H. (2021). Effects of Virtual Reality with Motor Imagery Techniques in Patients with Parkinson's Disease: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Neurodegenerative Diseases*, *20*(2–3), 90–96. <https://doi.org/10.1159/000511916>
- Kilic, M. M., Muratli, O. C., & Catal, C. (2017). Virtual reality based rehabilitation system for Parkinson and multiple sclerosis patients. *2nd International Conference on Computer Science and Engineering, UBMK 2017*, 328–331. <https://doi.org/10.1109/UBMK.2017.8093401>
- Kim, A., Schweighofer, N., & Finley, J. M. (2019). Locomotor skill acquisition in virtual reality shows sustained transfer to the real world. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *16*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0584-y>
- Lee, K. (2021). Virtual reality gait training to promote balance and gait among older people: A randomized clinical trial. *Geriatrics (Switzerland)*, *6*(1), 1–11. <https://doi.org/10.3390/geriatrics6010001>
- Liao, Y. Y., Hsuan Chen, I., Lin, Y. J., Chen, Y., & Hsu, W. C. (2019). Effects of virtual reality-based physical and cognitive training on executive function and dual-task gait

- performance in older adults with mild cognitive impairment: A randomized control trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10(JUL). <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00162>
- 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. <https://doi.org/10.1177/1545968314562111>
- Liao, Y. Y., Yang, Y. R., Wu, Y. R., & Wang, R. Y. (2015). Virtual Reality-Based Wii Fit Training in Improving Muscle Strength, Sensory Integration Ability, and Walking Abilities in Patients with Parkinson's Disease: A Randomized Control Trial. *International Journal of Gerontology*, 9(4), 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2014.06.007>
- Lorena Cerda, A. (2014). Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(2), 265–275. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(14\)70037-9](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(14)70037-9)
- Maidan, I., Nieuwhof, F., Bernad-Elazari, H., Bloem, B. R., Giladi, N., Hausdorff, J. M., Claassen, J. A. H. R., & Mirelman, A. (2018). Evidence for Differential Effects of 2 Forms of Exercise on Prefrontal Plasticity During Walking in Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 32(3), 200–208. <https://doi.org/10.1177/1545968318763750>
- Marín, D. S., Carmona, H., Ibarra, M., & Gámez, M. (2018). Enfermedad de Parkinson: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 50(1), 79–92. <https://doi.org/10.18273/revsal.v50n1-2018008>
- Melo, G. E. L. de, Moura, R. C. F. de, Lopes, J. B. P., Junior, P. R. F., Lazzari, R. D., Duarte, N. de A. C., Junior, J. R. Z., Dumont, A. J. L., Kleiner, A. F. R., Galli, M., Ferreira, L. A. B., Okamoto, E., & Oliveira, C. S. (2020). Effects of Virtual Reality on Parkinsonian Gait: Blind Controlled Randomized Clinical Trial Protocol. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, November, 1–7. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.524>
- Melo, G., Kleiner, A. F. R., Lopes, J., Zen, G. Z. D., Marson, N., Santos, T., Dumont, A., Galli, M., & Oliveira, C. (2018). P100 - Effects of virtual reality training on mobility in individuals with Parkinson's disease. *Gait and Posture*, 65(xxxx), 394–395. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.06.071>
- Mirelman, A., Rochester, L., Maidan, I., Del Din, S., Alcock, L., Nieuwhof, F., Rikkert, M.

- O., Bloem, B. R., Pelosin, E., Avanzino, L., Abbruzzese, G., Dockx, K., Bekkers, E., Giladi, N., Nieuwboer, A., & Hausdorff, J. M. (2016). Addition of a non-immersive virtual reality component to treadmill training to reduce fall risk in older adults (V-TIME): a randomised controlled trial. *The Lancet*, *388*(10050), 1170–1182. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31325-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31325-3)
- Nuic, D., Vinti, M., Karachi, C., Foulon, P., Van Hamme, A., & Welter, M. L. (2018). The feasibility and positive effects of a customised videogame rehabilitation programme for freezing of gait and falls in Parkinson’s disease patients: A pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *15*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0375-x>
- Oña, E. D., Jardón, A., Cuesta-Gómez, A., Sánchez-Herrera-baeza, P., Cano-De-la-cuerda, R., & Balaguer, C. (2020). Validity of a fully-immersive VR-based version of the box and blocks test for upper limb function assessment in Parkinson’s disease. *Sensors (Switzerland)*, *20*(10), 1–17. <https://doi.org/10.3390/s20102773>
- Pompeu, J. E., Mendes, F. A. dos S., Silva, K. G. da, Lobo, A. M., Oliveira, T. de P., Zomignani, A. P., & Piemonte, M. E. P. (2012). Effect of Nintendo Wii™Based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson’s disease: A randomised clinical trial. *Physiotherapy (United Kingdom)*, *98*(3), 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2012.06.004>
- R. Condor, I., Atencio Paulino, J. I., & Contreras Cordova, C. R. (2019). Características Clínicas Epidemiológicas De La Enfermedad De Parkinson En Un Hospital Nacional De La Sierra Peruana. *Revista de La Facultad de Medicina Humana*, *19*(4), 14–21. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v19i4.2342>
- Ramírez Vélez, R., Meneses-Echavez, F., & Floréz-López, M. E. (2013). Una propuesta metodológica para la conducción de revisiones sistemáticas de la literatura en la investigación biomédica. *Revista CES Movimiento y Salud*, *1*(1), 61–73. <http://www.prisma-statement.org/>
- Ray Dorsey, E., Elbaz, A., Nichols, E., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Adusar, J. C., Ansha, M. G., Brayne, C., Choi, J. Y. J., Collado-Mateo, D., Dahodwala, N., Do, H. P., Edessa, D., Endres, M., Fereshtehnejad, S. M., Foreman, K. J., Gankpe, F. G., Gupta, R., Hankey, G. J., ... Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national burden of Parkinson’s disease, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, *17*(11), 939–953. <https://doi.org/10.1016/S1474->

- Robles García, V. (2018). Realidad virtual como herramienta en fisioterapia, ¿ficción o realidad? *Fisioterapia*, *40*(1), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2017.09.004>
- Sánchez-Herrera-Baeza, P., Cano-De-la-Cuerda, R., Oña-Simbaña, E. D., Palacios-Ceña, D., Pérez-Corrales, J., Cuenca-Zaldivar, J. N., Gueita-Rodriguez, J., Balaguer-Bernaldo De Quirós, C., Jardón-Huete, A., & Cuesta-Gomez, A. (2020). The impact of a novel immersive virtual reality technology associated with serious games in parkinson's disease patients on upper Sánchez-Herrera-Baeza, P., Cano-De-la-Cuerda, R., Oña-Simbaña, E. D., Palacios-Ceña, D., Pérez-Corrales, J., Cuenca-Zaldivar, . *Sensors (Switzerland)*, *20*(8).
- Sarasso, E., Agosta, F., Piramide, N., Gardoni, A., Canu, E., Leocadi, M., Castelnovo, V., Basaia, S., Tettamanti, A., Volontè, M. A., & Filippi, M. (2021). Action Observation and Motor Imagery Improve Dual Task in Parkinson's Disease: A Clinical/fMRI Study. *Movement Disorders*, *36*(11), 2569–2582. <https://doi.org/10.1002/mds.28717>
- Shih, M. C., Wang, R. Y., Cheng, S. J., & Yang, Y. R. (2016). Effects of a balance-based exergaming intervention using the Kinect sensor on posture stability in individuals with Parkinson's disease: A single-blinded randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *13*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0185-y>
- Summa, S., Basteris, A., Betti, E., & Sanguineti, V. (2015). Adaptive training with full-body movements to reduce bradykinesia in persons with Parkinson's disease: A pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *12*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0009-5>
- Takeo, Y., Hara, M., Shirakawa, Y., Ikeda, T., & Sugata, H. (2021). Sequential motor learning transfers from real to virtual environment. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *18*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00903-6>
- Vallderiola Serra, F., & Gaig Ventura, C. (2006). Actualización en la enfermedad de Parkinson. *Neurología Suplementos*, *2*(1), 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.06.010>
- Van Beek, J. J. W., Van Wegen, E. E. H., Bohlhalter, S., & Vanbellingen, T. (2019). Exergaming-Based Dexterity Training in Persons With Parkinson Disease: A Pilot Feasibility Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, *43*(3), 168–174. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000278>

- van den Heuvel, M. R. C., Kwakkel, G., Beek, P. J., Berendse, H. W., Daffertshofer, A., & van Wegen, E. E. H. (2014). Effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: A pilot randomized clinical trial. *Parkinsonism and Related Disorders*, 20(12), 1352–1358. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2014.09.022>
- van der Kolk, N. M., de Vries, N. M., Kessels, R. P. C., Joosten, H., Zwinderman, A. H., Post, B., & Bloem, B. R. (2019). Effectiveness of home-based and remotely supervised aerobic exercise in Parkinson's disease: a double-blind, randomised controlled trial. *The Lancet Neurology*, 18(11), 998–1008. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30285-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30285-6)
- Yang, W. C., Wang, H. K., Wu, R. M., Lo, C. S., & Lin, K. H. (2016). Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Journal of the Formosan Medical Association*, 115(9), 734–743. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2015.07.012>
- Yuan, R. Y., Chen, S. C., Peng, C. W., Lin, Y. N., Chang, Y. T., & Lai, C. H. (2020). Effects of interactive video-game-based exercise on balance in older adults with mild-to-moderate Parkinson's disease. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00725-y>
- Zeigelboim, B. S., José, M. R., Rodrigues Severiano, M. I., Bueno dos Santos, G. J., Ghizoni Teive, H. A., Noronha Liberalesso, P. B., Marques, J. M., da Rosa, M. R., Santos, R. S., & Malisky, J. S. (2021). The use of exergames in the neurorehabilitation of people with Parkinson disease: The impact on daily life. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 25(1), 64–70. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702973>

7. ANEXOS

Anexo 1. Escala de Pedro

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Obtenido de: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>