



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE FISIOTERAPIA**

Realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el  
equilibrio y coordinación en niños de 8 a 10 años

Trabajo de titulación para optar al título de Licenciada en Ciencias de la  
Salud en Fisioterapia

**Autor:**

Allauca Moina, Jessica Valeria

**TUTOR**

Mgs. Ernesto Fabian Vinueza Orozco

**Riobamba, Ecuador. 2025**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Jessica Valeria Allauca Moina, con cédula de ciudadanía **0603575739**, autora del trabajo de investigación titulado: **Realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños de 8 a 10 años**, 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 (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 10 de enero de 2025

  
Jessica Valeria Allauca Moina  
C.I: 0603575739



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE FISIOTERAPIA**

**CERTIFICADO DEL TUTOR**

Yo, **Mgs. Ernesto Fabián Vinueza Orozco** docente de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo, en mi calidad de tutor del proyecto de investigación denominado **“Realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños de 8 a 10 años”**, elaborado por el señor **Jessica Valeria Allauca Moina** , certifico que, una vez realizadas la totalidad de las correcciones el documento se encuentra apto para su presentación y sustentación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a los interesados en hacer uso del presente para los trámites correspondientes.

Riobamba, 10 de enero de 2025

Atentamente,

**Mgs. Ernesto Fabián Vinueza Orozco**

**DOCENTE TUTOR**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE FISIOTERAPIA**

**CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "**Realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños de 8 a 10 años**", presentado por **Jessica Valeria Allauca Moina**, con cédula de identidad número **0603575739** y dirigido por el, **Mgs. Ernesto Fabián Vinueza Orozco**, en calidad de tutor, 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 03 de abril de 2025.

Mgs. Carlos Vargas Allauca  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Carlos Vargas", is written over a horizontal line.

Mgs. Johannes Hernández Amaguaya  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal line.

Msc. Mireya Ortiz Pérez  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal line.



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*



UNACH-RGF-01-04-08.17  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

# CERTIFICACIÓN

Que, **Jessica Valeria Allauca Moina**, con CC **0603575739**, estudiante de la Carrera **FISIOTERAPIA**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"Realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños de 8 a 10 años"**, cumple con el 9 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 16 de Enero de 2025

---

Mgs. Ernesto Vinueza O.  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación primero a mi querida familia, a mi papi Patricio, a mi mami Virginia y a mi hermana Joseline por ser el soporte constante y la fuente de motivación en cada paso de este viaje académico.

A mi amado esposo Marlon, por su infinita paciencia, comprensión y amor incondicional, gracias por ser mi roca y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi hijo Ian Said que, con su alegría, energía y curiosidad, me han recordado la importancia de la perseverancia y el entusiasmo en todo lo que hago, eres mi mayor inspiración.

A mi primo Jhon, cuya memoria y enseñanzas siguen siendo una fuente de fortaleza y motivación para mí. Aunque ya no estés físicamente con nosotros, tu espíritu y amor me acompañan siempre.

A mis amigas, por su apoyo incondicional, palabras de aliento y por los momentos compartidos que aligeraron este arduo camino. Su amistad ha sido un pilar fundamental durante este proceso.

A todos ustedes, dedico esta tesis con profunda gratitud y amor. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

*Jessica Valeria Allauca Moina*

## **AGRADECIMIENTO**

Primero quiero agradecer a Dios por darme la sabiduría para seguir y afrontar las adversidades que se ponen en el camino de la vida

A mi querida familia, gracias por ser el pilar fundamental en mi vida. Su amor, apoyo y sacrificio han sido esenciales para alcanzar esta meta.

A mi esposo, por su infinita paciencia, comprensión y amor incondicional, gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí y por ser mi roca en los momentos de duda.

A mi hijo, cuya alegría, energía y curiosidad me han inspirado a seguir adelante y a trabajar con entusiasmo, tu sonrisa es mi mayor motivación.

De igual manera, agradezco a todos mis docentes de la carrera por todos los conocimientos y experiencias impartidos a lo largo de este camino y vida universitaria de manera desinteresada.

Agradezco de manera especial a la Mgs. Ernesto Vinueza Orozco por ser guía, apoyo en todo momento, por su predisposición y el tiempo que me dio en las tutorías.

A mis queridas amigas, gracias por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y por los momentos compartidos que han aligerado este arduo camino.

A todos ustedes, les agradezco de todo corazón por acompañarme en este viaje y por ser una parte vital de este logro. Sin su apoyo y amor, esto no habría sido posible.

*Jessica Valeria Allauca Moina*

## INDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE DE TABLAS

INDICE DE GRÁFICOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Equilibrio y coordinación .....	16
2.1.1. Equilibrio.....	16
2.1.2. Coordinación .....	17
2.2. Patologías con déficit de equilibrio y coordinación.....	17
2.2.1. Trastornos neurológicos .....	17
2.2.2. Trastornos genéticos y metabólicos.....	18
2.2.3. Trastornos vestibulares .....	18
2.2.4. Trastornos del neurodesarrollo .....	18
2.3. Test de evaluación del equilibrio y coordinación en niños y adolescentes.....	19
2.3.1. Test de Desarrollo Motor de Peabody (PDMS-2) .....	19
2.3.2. Test de Equilibrio de Berg Modificado para Niños.....	19
2.3.3. Prueba de Romberg .....	19
2.3.4. Test de Escala Funcional de Equilibrio para Niños (Pediatric Balance Scale - PBS) .....	19
2.3.5. Test de Marcha en Tándem .....	20
2.3.6. Escala de Evaluación de Coordinación y Destreza (Movement Assessment Battery for Children - MABC-2).....	20
2.4. Técnicas para tratar el equilibrio y coordinación.....	20
2.4.1. Entrenamiento de Equilibrio Estático.....	20
2.4.2. Entrenamiento de Equilibrio Dinámico.....	20

2.4.3.	Técnicas de Coordinación .....	20
2.4.4.	Técnicas de Coordinación Bilateral.....	21
2.4.5.	Entrenamiento de Coordinación Global .....	21
2.4.6.	Técnicas de Propiocepción .....	21
2.4.7.	Técnicas con Ejercicios con Feedback Visual y Sensorial.....	21
2.4.8.	Técnicas de Rehabilitación Vestibular .....	21
2.4.9.	Técnicas de Estimulación Sensorial .....	22
2.4.10.	Técnicas de Rehabilitación Funcional.....	22
2.5.	Realidad virtual.....	22
2.6.	Tipos de realidad virtual .....	22
2.6.1.	Realidad Virtual No Inmersiva:.....	22
2.6.2.	Realidad Virtual Semi-Inmersiva: .....	22
2.6.3.	Realidad Virtual Inmersiva:.....	22
2.6.4.	Realidad Virtual Colaborativa:.....	23
2.6.5.	Realidad Virtual Híbrida: .....	23
2.6.6.	Realidad Virtual Basada en Móviles: .....	23
2.7.	Realidad virtual en la fisioterapia .....	23
2.8.	Realidad virtual en el equilibrio y coordinación.....	23
2.9.	Programas de realidad virtual usados en Fisioterapia.....	24
2.9.1.	Dynamics VR .....	24
2.9.2.	Rehametrics: .....	24
2.9.3.	TrainFES: .....	24
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....		25
3.1.	Diseño .....	25
3.2.	Tipo.....	25
3.3.	Nivel.....	25
3.4.	Enfoque.....	25
3.5.	Método .....	25
3.6.	Relación con el tiempo de investigación .....	25
3.7.	Técnica de recolección de datos .....	25
3.8.	Estrategias de búsqueda .....	26
3.9.	Criterios de inclusión .....	26
3.10.	Criterios de exclusión .....	26
3.11.	Población .....	26

3.12. Métodos de análisis, y procesamiento de datos. ....	26
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
4.1. RESULTADOS .....	35
4.2. DISCUSIÓN .....	49
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
BIBLIOGRAFÍA .....	52
ANEXOS .....	58

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de artículos científicos mediante la escala de PEDro.....	29
Tabla 2 Resultados de los artículos .....	35

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Diagrama de flujo para recolección de fuentes bibliográficas .....	28
Gráfico 2 Análisis de artículos de pacientes por genero .....	58
Gráfico 3 Análisis de artículos por test de valoración.....	58
Gráfico 4 Análisis de artículos en base a los resultados obtenidos. ....	59
Gráfico 5 Análisis de artículos por año de publicación.....	59
Gráfico 6 Análisis de artículos por base de datos científicos.....	60
Gráfico 7 Análisis de resultados por calificación en la escala de PEDro.....	60
Gráfico 8 Escala de PEDro en español.....	61

## RESUMEN

**Introducción:** La realidad virtual no inmersiva se ha explorado como una herramienta innovadora en el campo de la fisioterapia pediátrica, específicamente para mejorar el equilibrio y la coordinación en niños de 8 a 10 años. Este tipo de realidad virtual utiliza pantallas convencionales y dispositivos de entrada como cámaras y sensores de movimiento, permitiendo a los niños interactuar con entornos virtuales sin necesidad de usar equipos voluminosos como cascos de realidad virtual.

**Objetivo:** El objetivo de la investigación describir la evidencia científica registrada en los artículos científicos sobre Realidad virtual no inmersiva en niños y adolescentes con déficit de equilibrio y coordinación, analizando los beneficios y resultados reportados, con el fin de aportar una base sólida para futuras investigaciones y práctica clínica segura.

**Metodología:** Se realizó una investigación bibliográfica utilizando bases de datos académicas para identificar estudios relevantes sobre la realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños de 8 a 10 años, se utilizó la escala de Pedro para asegurar la calidad de la revisión.

**Resultados:** Se recopilaron artículos científicos para la evaluación mediante la escala de PEDro (Physiotherapy Evidence Database), seleccionando aquellos que obtuvieron una puntuación igual o superior a 6. Finalmente, se seleccionaron 25 artículos, los cuales corresponden a ensayos clínicos aleatorizados que formaron parte del estudio.

**Conclusiones:** La intervención de la realidad virtual es positiva en la aplicación de tratamientos para los niños que tienen déficit de equilibrio y coordinación.

**Palabras claves:** Realidad virtual, equilibrio, coordinación, déficit, problemas musculares.

## Abstract

**Introduction:** Non-immersive virtual reality (NIVR) has been explored as an innovative tool in pediatric physical therapy, specifically to improve balance and coordination in children aged 8 to 10. This type of virtual reality uses conventional screens and input devices such as cameras and motion sensors, allowing children to interact with virtual environments without using bulky equipment such as virtual reality headsets.

Several studies have shown that using RVNI in physical therapy programs can significantly improve children's balance and coordination. These studies indicate that children who participated in regular physical therapy sessions using RVNI improved balance and coordination tests compared to those who followed traditional methods.

**Objective:** The research objective is to synthesize the existing scientific evidence on non-immersive virtual reality in children and adolescents with balance and coordination deficits, identify its effectiveness, and report results to provide a solid basis for future research and safe clinical practice.

**Methodology:** Bibliographic research was carried out using academic databases to identify relevant studies on non-immersive virtual reality as a physiotherapeutic treatment for balance and coordination in children from 8 to 10 years old. The Pedro scale was used to ensure the quality of the revision.

**Results:** Scientific articles were collected for evaluation using the PEDro scale (Physiotherapy Evidence Database), selecting those that obtained a score equal to or greater than 6. Finally, 25 articles were selected, corresponding to randomized clinical trials that were part of the study.

**Conclusions:** The virtual reality intervention is positive for treating children with balance and coordination deficits.

*Keywords:* Virtual reality, balance, coordination, deficit, muscle problems.

### **Reviewed by:**



YESENIA CECILIA  
MERINO UQUILLAS

**Lcda. Yesenia Merino Uquillas**

**ENGLISH PROFESSOR**

**0603819871**

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Según Bhutta <sup>(1)</sup> la realidad virtual no inmersiva es aquella donde los usuarios pueden interactuar un entorno digital, pero no se sienten completamente dentro de él. En lugar de usar dispositivos que cubren todo su campo de visión, como los cascos de realidad virtual inmersiva, esta forma de realidad virtual se muestra en pantallas comunes como monitores de computadora o televisores.

La utilización de la Realidad Virtual No Inmersiva (RVNI) como tratamiento fisioterapéutico para mejorar el equilibrio y la coordinación según Becerra <sup>(2)</sup> es un enfoque innovador que ha ganado relevancia en los últimos años. La realidad virtual ofrece entornos interactivos que pueden ser integrados de manera efectiva en sesiones fisioterapéuticas para mejorar el equilibrio y la coordinación

La Realidad Virtual No Inmersiva, al ofrecer entornos virtuales que simulan un ambiente real o imaginario utilizando aplicaciones como video juegos, simulaciones de aprendizaje, entrenamientos especializados, educación, terapia y entretenimiento, ha surgido como una herramienta prometedora en el ámbito de la fisioterapia pediátrica. Proporciona una forma atractiva de abordar terapéuticamente los desafíos de equilibrio y coordinación, fomentando la participación activa y la adherencia al tratamiento. La investigación busca profundizar en el potencial terapéutico de la Realidad Virtual No Inmersiva para el equilibrio y la coordinación en pacientes Pediátricos <sup>(3)</sup>.

La fisioterapia tradicional con técnicas de estimulación vestibular, actividades funcionales, ejercicios de coordinación motriz son un enfoque común para mejorar el equilibrio y la coordinación en niños, algunas limitaciones pueden incluir la falta de motivación y participación activa de los niños en las sesiones, lo que podría afectar la efectividad del tratamiento. Hay una creciente necesidad de identificar y aplicar enfoques terapéuticos innovadores que no solo aborden los problemas motores, sino que también mantengan el interés y la motivación de los niños durante el proceso de rehabilitación.

La aceptación y la adecuación de la realidad virtual no inmersiva como herramienta terapéutica en niños y adolescentes son aspectos críticos que necesitan ser explorados, los factores como la seguridad, la facilidad de uso y la respuesta emocional de los niños son esenciales para determinar la viabilidad de esta tecnología en un entorno terapéutico, es necesario realizar un seguimiento preciso del progreso que tiene el niño a lo largo del tiempo mediante la realidad virtual no inmersiva. <sup>(4)</sup>.

Los problemas de equilibrio y coordinación en niños son comunes y pueden afectar su calidad de vida y desarrollo, la Realidad Virtual No Inmersiva ofrece un enfoque novedoso para la fisioterapia pediátrica y tiene el potencial de hacer que el tratamiento sea más atractivo y motivador para los niños, mejorando los resultados terapéuticos.

La tecnología de Realidad Virtual No Inmersiva representa una forma de abordar los desafíos terapéuticos en niños, esto no solo beneficia a los niños, también puede ser una ayuda en el campo de la fisioterapia pediátrica. La Realidad Virtual No Inmersiva puede adaptarse a las necesidades individuales de los niños y adolescentes, lo que permite un tratamiento personalizado y específico para sus desafíos de equilibrio y coordinación.

La realidad virtual no inmersiva es esencial, porque cada niño puede presentar dificultades únicas que requieren enfoques terapéuticos personalizado, un déficit en estas habilidades puede afectar su capacidad para participar en actividades físicas, juegos y tareas cotidianas, lo que, a su vez, puede influir en su desarrollo global, así como en el rendimiento académico porque mantener una postura erguida y coordinar movimientos finos es esencial para actividades como la escritura, el dibujo y otras tareas escolares.

El objetivo de la investigación es describir la evidencia científica registrada en los artículos científicos sobre Realidad virtual no inmersiva en niños y adolescentes con déficit de equilibrio y coordinación, analizando los beneficios y resultados reportados, con el fin de aportar una base sólida para futuras investigaciones y práctica clínica segura.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Equilibrio y coordinación

El equilibrio y la coordinación son habilidades esenciales en el desarrollo de los niños, que no afectan a su capacidad para participar en actividades diarias, deportes y juegos, los problemas de equilibrio y coordinación en niños pueden deberse por razones, como lesiones, condiciones médicas o falta de desarrollo motor <sup>(5)</sup>.

El desarrollo motor en la infancia es una fase crítica que influye significativamente en el bienestar físico y en la participación activa de los niños en diversas actividades, el equilibrio y la coordinación motora desempeñan un papel fundamental en la capacidad de los niños para realizar tareas cotidianas, participar en actividades físicas y sociales, y alcanzar hitos importantes en su desarrollo <sup>(6)</sup>.

Ambas habilidades están interconectadas, el equilibrio proporciona la estabilidad necesaria para que los movimientos sean precisos, mientras que la coordinación asegura que las acciones sean fluidas y efectivas, estas capacidades funcionan juntas en actividades diarias, deportivas y en procesos de recuperación, siendo fundamentales para el rendimiento físico y la prevención de lesiones <sup>(7)</sup>.

#### 2.1.1. Equilibrio

El equilibrio es una de las capacidades motrices, fundamentales para las actividades diarias, por lo que su fortalecimiento desde las etapas tempranas del niño redundará en un mejor desempeño físico y favorece su gusto por involucrarse en actividades no sedentarias <sup>(8)</sup>.

El equilibrio es el resultado de la interacción de varios sistemas del cuerpo que trabajan en conjunto para mantener la estabilidad y la coordinación. Los principales sistemas responsables son:

- **Sistema vestibular:** Ubicado en el oído interno, detecta cambios en la posición de la cabeza y movimientos, proporcionando información crucial sobre el equilibrio y la orientación espacial.
- **Sistema visual:** Los ojos aportan información sobre el entorno y la posición del cuerpo en relación con los objetos alrededor, ayudando a mantener el equilibrio.
- **Sistema somatosensorial (propioceptivo):** Los receptores en la piel, músculos, articulaciones y tendones detectan la posición del cuerpo y los movimientos, proporcionando retroalimentación sobre el contacto con las superficies y la postura.
- **Sistema nervioso central:** El cerebro y la médula espinal procesan la información proveniente de los otros sistemas y coordinan las respuestas motoras necesarias para mantener el equilibrio <sup>(9)</sup>.

### 2.1.2. Coordinación

La coordinación es un conjunto de capacidades que organizan y regulan de forma precisa todos los procesos parciales de un acto motor en función de un objetivo motor preestablecido, se presenta como la capacidad de combinar en una estructura única varias acciones que, además, es un proceso evolutivo complejo de adquisición progresiva <sup>(10)</sup>.

La coordinación del cuerpo depende de la interacción de varios sistemas, los cuales trabajan en conjunto para permitir movimientos fluidos, precisos y eficientes. Los principales sistemas encargados de la coordinación son:

- **Sistema nervioso central (SNC):** El cerebro y la médula espinal son fundamentales para procesar la información sensorial recibida, planificar y ejecutar los movimientos. El **cerebelo**, ubicado en la parte posterior del cerebro, juega un papel clave en la coordinación, el control del equilibrio y la precisión de los movimientos.
- **Sistema musculoesquelético:** Los músculos y huesos trabajan juntos para generar los movimientos. Los músculos esqueléticos responden a las señales del cerebro para realizar acciones controladas, mientras que los huesos proporcionan estructura y apoyo.
- **Sistema vestibular:** Este sistema, ubicado en el oído interno, detecta cambios en la posición y movimiento de la cabeza, y ayuda a coordinar los movimientos corporales con respecto a la gravedad y la orientación espacial.
- **Sistema visual:** La visión proporciona información continua sobre la ubicación del cuerpo en el espacio y su relación con objetos cercanos, lo cual es esencial para realizar movimientos precisos.
- **Sistema propioceptivo:** Los receptores en los músculos, tendones y articulaciones permiten al cerebro recibir información sobre la posición y el movimiento del cuerpo, lo cual es crucial para la coordinación motora y el ajuste fino de los movimientos <sup>(11)</sup>.

### 2.2. Patologías con déficit de equilibrio y coordinación.

Las enfermedades que afectan el equilibrio pueden tener múltiples causas, desde problemas estructurales en el oído interno hasta trastornos neurológicos. Algunas de las causas más comunes incluyen <sup>(12)</sup>:

#### 2.2.1. Trastornos neurológicos

- **Parálisis Cerebral (PC):** Es un trastorno neurológico que afectan el movimiento y la coordinación del cuerpo debido a un daño en el cerebro, generalmente ocurrido durante el desarrollo prenatal, en el momento del parto o en los primeros años de vida. Esta condición afecta las habilidades motoras, como caminar, hablar y controlar los músculos, pero no influye directamente en la inteligencia del individuo. Algunas personas pueden tener solo leves dificultades motrices, mientras que otras pueden presentar limitaciones más severas en su capacidad para moverse o realizar actividades diarias. En función del tipo y la gravedad de la parálisis cerebral, los síntomas pueden incluir espasticidad (rigidez muscular), falta de coordinación, movimientos involuntarios o problemas de equilibrio <sup>(13)</sup>.

- **Síndrome de Dandy-Walker:** Es un trastorno cerebral congénito que afecta el desarrollo del cerebelo, una parte del cerebro responsable de la coordinación y el equilibrio. En esta condición, el cerebelo no se forma adecuadamente, lo que a menudo provoca una dilatación del cuarto ventrículo, la cavidad donde se produce el líquido cerebroespinal, y puede generar hidrocefalia, es decir, una acumulación de líquido en el cerebro. Los síntomas pueden variar, pero suelen incluir dificultades en el desarrollo motor y cognitivo, problemas de equilibrio y coordinación, convulsiones, temblores y en algunos casos, dificultades en la vista o audición <sup>(14)</sup>.

### 2.2.2. Trastornos genéticos y metabólicos

- **Síndrome de Down:** Es una condición genética que ocurre cuando una persona tiene una copia adicional del cromosoma 21, en lugar de los dos cromosomas 21 que normalmente se encuentran en cada célula, las personas con síndrome de Down tienen tres cromosomas 21, lo que se conoce como trisomía 21.

Este trastorno está asociado con diversas características físicas, como rasgos faciales distintivos, y con un desarrollo cognitivo más lento en comparación con el de la población general, las personas con síndrome de Down pueden presentar diferentes grados de discapacidad intelectual, desde leve hasta moderada, así como ciertos problemas de salud, como dificultades cardíacas o problemas de visión también puede afectar el equilibrio y la coordinación debido a varios factores relacionados con las características físicas y neurológicas de las personas que tienen esta condición <sup>(15)</sup>.

### 2.2.3. Trastornos vestibulares

- **Neuritis vestibular:** La neuritis vestibular es una inflamación del nervio vestibular, que es una de las ramas del nervio auditivo que transmite información sobre el equilibrio desde el oído interno hasta el cerebro. Este trastorno afecta principalmente la función del sistema vestibular, el cual es responsable del equilibrio y la orientación espacial.

La causa más común de la neuritis vestibular es una infección viral, aunque también puede ser provocada por bacterias o incluso ser idiopática (sin causa conocida). En muchos casos, es una consecuencia de una infección respiratoria superior, como un resfriado o gripe <sup>(16)</sup>.

- **Laberintitis:** La laberintitis es una inflamación del laberinto (una estructura en el oído interno que incluye tanto el sistema vestibular como la parte auditiva). A diferencia de la neuritis vestibular, la laberintitis afecta tanto el equilibrio como la audición.

La laberintitis también se asocia a menudo con infecciones virales o bacterianas, especialmente aquellas que afectan el oído medio o las vías respiratorias superiores. La infección puede propagarse al oído interno, causando inflamación tanto en las estructuras responsables del equilibrio como de la audición <sup>(17)</sup>.

### 2.2.4. Trastornos del neurodesarrollo

- **Trastorno del desarrollo de la coordinación (TDC):** Es un trastorno neurobiológico que afecta la habilidad de una persona para coordinar sus movimientos de manera adecuada. Las personas con este trastorno tienen dificultades para realizar actividades

motoras que requieren coordinación y precisión, como escribir, abotonarse la ropa, o practicar deportes.

El trastorno del desarrollo de la coordinación se cree que está relacionado con factores genéticos y ambientales que afectan el cerebro en su desarrollo motor. No se conoce una causa específica, pero se sabe que no está relacionado con daños cerebrales, discapacidades intelectuales o problemas sensoriales <sup>(18)</sup>.

### **2.3. Test de evaluación del equilibrio y coordinación en niños y adolescentes.**

#### **2.3.1. Test de Desarrollo Motor de Peabody (PDMS-2)**

- **Descripción:** Evalúa las habilidades motoras finas y gruesas en niños desde el nacimiento hasta los 6 años.
- **Componentes relevantes:** Incluye subpruebas específicas de equilibrio estático y dinámico, como caminar sobre una línea o pararse sobre un pie.
- **Uso:** Ideal para detectar retrasos en el desarrollo motor y diseñar intervenciones <sup>(19)</sup>.

#### **2.3.2. Test de Equilibrio de Berg Modificado para Niños**

- **Descripción:** Adaptación del test de equilibrio de Berg para niños y adolescentes. Evalúa el equilibrio funcional a través de tareas como:
  - Mantenerse de pie en distintas posiciones.
  - Alcanzar objetos mientras está de pie.
  - Girar o desplazarse.
- **Rango de edad:** Apropiado para niños mayores de 3 años.
- **Puntuación:** Cada tarea se puntúa en una escala del 0 al 4; una puntuación más baja indica mayor riesgo de desequilibrio <sup>(20)</sup>.

#### **2.3.3. Prueba de Romberg**

- **Descripción:** Evalúa el equilibrio estático al observar la capacidad de un niño para mantenerse de pie con los pies juntos, los brazos a los lados y los ojos cerrados.
- **Interpretación:** Desequilibrio significativo puede indicar problemas vestibulares o propioceptivos.
- **Uso:** Rápida y útil como herramienta de cribado <sup>(21)</sup>

#### **2.3.4. Test de Escala Funcional de Equilibrio para Niños (Pediatric Balance Scale - PBS)**

- **Descripción:** Adaptación pediátrica de la Escala de Equilibrio de Berg. Evalúa el equilibrio funcional en niños de 3 a 18 años.
- **Tareas incluidas:**
  - Mantener el equilibrio en superficies estables e inestables.
  - Realizar movimientos coordinados mientras están de pie o sentados.
- **Puntuación:** Máximo de 56 puntos, con tareas puntuadas en una escala de 0 a 4 <sup>(23)</sup>.

### 2.3.5. Test de Marcha en Tándem

- **Descripción:** Consiste en caminar en línea recta colocando un pie directamente frente al otro (talón con punta).
- **Uso:** Evaluación rápida del equilibrio dinámico.
- **Interpretación:** Dificultades para completar la tarea pueden indicar problemas vestibulares o de coordinación <sup>(24)</sup>.

### 2.3.6. Escala de Evaluación de Coordinación y Destreza (Movement Assessment Battery for Children - MABC-2)

- **Descripción:** Herramienta completa para evaluar las habilidades motoras de niños de 3 a 16 años.
- **Componentes:**
  - Evaluación de habilidades motoras finas.
  - Equilibrio estático y dinámico.
  - Tareas de coordinación bilateral.
- **Uso:** Frecuentemente empleada en investigación y diagnóstico de trastornos motores como el TDC (trastorno del desarrollo de la coordinación) <sup>(24)</sup>.

## 2.4. Técnicas para tratar el equilibrio y coordinación

### 2.4.1. Entrenamiento de Equilibrio Estático

- 2.4.1.1. **Posturas de equilibrio:** Ejercicios en los que el paciente mantiene el equilibrio en posiciones estáticas, como estar de pie sobre una pierna, en una superficie plana o sobre un cojín de aire.
- 2.4.1.2. **Postura en una pierna:** El paciente practica estar de pie sobre una pierna durante varios segundos, lo que mejora la estabilidad y la fuerza en las piernas.
- 2.4.1.3. **Ejercicios en superficies inestables:** Usar superficies como plataformas de balance, cojines de aire o discos de equilibrio para desafiar la estabilidad y fortalecer los músculos estabilizadores <sup>(25)</sup>.

### 2.4.2. Entrenamiento de Equilibrio Dinámico

- 2.4.2.1. **Caminar sobre una línea recta:** El paciente debe caminar sobre una línea recta trazada en el suelo, con atención a mantener el equilibrio mientras se mueve.
- 2.4.2.2. **Cambios de dirección:** Caminar o correr y luego hacer giros bruscos para mejorar la coordinación y la estabilidad durante los movimientos rápidos.
- 2.4.2.3. **Ejercicios de agilidad:** Realizar actividades que incluyan saltos, giros y movimientos rápidos que requieren de estabilidad y control motor <sup>(25)</sup>.

### 2.4.3. Técnicas de Coordinación

- 2.4.3.1. **Coordinación Ojo-Mano Lanzar y atrapar:** El paciente lanza una pelota al aire y la atrapa con ambas manos o con una mano alterna, lo que mejora la precisión y coordinación.

**2.4.3.2. Manipulación de objetos:** Utilizar herramientas, como pelotas o barras, para realizar movimientos controlados que exigen precisión (por ejemplo, golpear una pelota en movimiento).

**2.4.3.3. Tareas de seguimiento visual:** Seguir un objeto en movimiento con los ojos mientras se realizan movimientos de las manos <sup>(26)</sup>.

#### **2.4.4. Técnicas de Coordinación Bilateral**

**2.4.4.1. Movimientos cruzados:** Realizar movimientos alternados con los brazos y las piernas, como tocarse el hombro opuesto con la mano contraria o caminar de manera coordinada con movimientos de brazos y piernas cruzados.

**2.4.4.2. Ejercicios de sincronización de manos:** Utilizar ambos brazos para hacer movimientos repetitivos de manera sincronizada, como golpear un tambor o realizar movimientos de batido <sup>(27)</sup>.

#### **2.4.5. Entrenamiento de Coordinación Global**

**2.4.5.1. Secuencias de movimiento:** Realizar secuencias de movimientos complejos como caminar en zigzag, saltar, girar y luego cambiar la dirección, lo que implica coordinación entre piernas, brazos y torso.

**2.4.5.2. Ejercicios de danza o aeróbicos:** Actividades que involucran movimientos rítmicos y coordinados de las extremidades en relación con el ritmo de la música, lo cual mejora la coordinación global <sup>(27)</sup>.

#### **2.4.6. Técnicas de Propiocepción**

**2.4.6.1. Entrenamiento en Superficies Inestables como tablas de equilibrio:** El paciente se mantiene de pie o se mueve sobre una tabla de equilibrio que se mueve o balancea.

**2.4.6.2. Cojines de aire:** Usar cojines o discos de aire que cambian la superficie en la que se está de pie, desafiando al sistema de equilibrio.

**2.4.6.3. Ejercicios con los ojos cerrados:** Realizar movimientos de equilibrio mientras se cierran los ojos, para aumentar la dependencia en los sentidos del tacto y la propiocepción <sup>(28)</sup>.

#### **2.4.7. Técnicas con Ejercicios con Feedback Visual y Sensorial**

**2.4.7.1. Ejercicios con espejo:** Usar espejos para que el paciente vea sus movimientos y los compare con el movimiento ideal, ayudando a corregir la postura y el movimiento.

**2.4.7.2. Estimulación del sistema vestibular:** Técnicas que desafían el sistema de equilibrio interno, como girar la cabeza o el cuerpo, lo que mejora la percepción del movimiento y la posición espacial <sup>(28)</sup>.

#### **2.4.8. Técnicas de Rehabilitación Vestibular**

**2.4.8.1. Ejercicios de giro y balance:** Movimientos controlados de la cabeza y el cuerpo en diferentes direcciones para desafiar el sistema vestibular y mejorar la adaptación <sup>(29)</sup>.

## **2.4.9. Técnicas de Estimulación Sensorial**

**2.4.9.1. Estimulación táctil:** Usar diferentes texturas o superficies para caminar, como alfombrillas, piedras o superficies irregulares, para mejorar la percepción táctil y el control del movimiento <sup>(29)</sup>.

**2.4.9.2. Estimulación auditiva y visual:** Actividades que impliquen el uso de sonidos o luces que guíen los movimientos del paciente, como juegos de ritmo o tareas de seguimiento visual <sup>(29)</sup>.

## **2.4.10. Técnicas de Rehabilitación Funcional**

**2.4.10.1. Entrenamiento de marcha:** Ejercicios que enseñan a caminar correctamente, mejorar la velocidad, la resistencia y la capacidad de mantener el equilibrio durante el movimiento <sup>(30)</sup>.

**2.4.10.2. Subir escaleras y cambios de nivel:** Trabajos de movilidad en los que se practican los movimientos de subir y bajar escaleras o bordillos, mejorando la coordinación y el equilibrio en diferentes alturas <sup>(30)</sup>.

## **2.5. Realidad virtual**

La Realidad Virtual (RV) es un tipo de simulación computacional que permite recrear ambientes para que un sujeto pueda interactuar en ellos, y vivenciar esta experiencia como si ocurriera en un entorno verdadero. La RV puede ser experimentada físicamente y que interactúa con los sentidos del usuario para crear una realidad alternativa, para este fin, el sistema simula las percepciones sensoriales que hacen que el usuario se sienta inmerso en ese mundo y pueda tomar dichas percepciones como reales <sup>(31)</sup>.

## **2.6. Tipos de realidad virtual**

La **realidad virtual (RV)** se clasifica en diferentes tipos según el nivel de inmersión y la tecnología utilizada. Cada tipo tiene características específicas y aplicaciones en distintos ámbitos como educación, salud, entretenimiento y entrenamiento profesional.

### **2.6.1. Realidad Virtual No Inmersiva:**

Permite la interacción con un entorno virtual sin que el usuario esté completamente inmerso en él. Generalmente se utiliza a través de dispositivos como pantallas de ordenador, teclados, ratones o pantallas táctiles. Se puede ocupar en la educación, terapias, simulaciones de bajo costo y tareas administrativas.

### **2.6.2. Realidad Virtual Semi-Inmersiva:**

Ofrece una experiencia más inmersiva que la no inmersiva, utilizando pantallas envolventes, proyectores o sistemas multisensoriales. Sin embargo, no requiere el uso de cascos de realidad virtual. Se puede utilizar en capacitaciones profesionales, simulaciones médicas y entrenamiento militar.

### **2.6.3. Realidad Virtual Inmersiva:**

Proporciona una experiencia de inmersión total mediante el uso de dispositivos como cascos de realidad virtual, guantes hápticos o trajes sensoriales. El usuario se siente completamente integrado en el entorno virtual, con altos niveles de realismo. Se

utiliza en terapias psicológicas, educación interactiva, simulaciones de alto riesgo y entretenimiento.

#### **2.6.4. Realidad Virtual Colaborativa:**

Se caracteriza por permitir que varios usuarios interactúen en un entorno virtual compartido, fomentando la colaboración en tiempo real. Es utilizado en reuniones virtuales, aprendizaje grupal y diseño colaborativo.

#### **2.6.5. Realidad Virtual Híbrida:**

Combina elementos de la realidad virtual con otras tecnologías como la realidad aumentada o mixta, permitiendo la interacción simultánea con el mundo real y el virtual. Usar un visor de RV para interactuar con objetos reales que están complementados con gráficos virtual. Se puede utilizar en diseño industrial, cirugía asistida y experiencias interactivas avanzadas.

#### **2.6.6. Realidad Virtual Basada en Móviles:**

Utiliza teléfonos inteligentes como pantalla principal y procesador, acoplados a visores económicos como Google Cardboard o Samsung Gear VR. Es más accesible, aunque menos inmersiva que otros sistemas avanzados. Se puede utilizar en turismo virtual, educación y entretenimiento accesible <sup>(32)</sup>.

### **2.7. Realidad virtual en la fisioterapia**

Una de las grandes ventajas de este tipo de terapias es su adaptabilidad específica a la rehabilitación de las carencias de cada paciente producidas por las secuelas del Accidente Cerebro Vascular (ACV), por ejemplo, para la rehabilitación de actividades de la vida diaria como la recuperación de la marcha, abrir una puerta, cortar alimentos o llenar un vaso de agua. Así mismo, la robótica, los simuladores, los estimuladores, las neuroprótesis o las interfaces cerebro-ordenador son cada vez más específicas para este tipo de terapia y reducen los costes sanitarios de la rehabilitación. Otras ventajas de estas terapias basadas en RV son la posibilidad de repetición funcional y secuencial, la mejoría del rendimiento motor en áreas específicas y, además, la facilidad para variar el grado de exigencia y dificultad en la tarea que se desea rehabilitar <sup>(33)</sup>.

### **2.8. Realidad virtual en el equilibrio y coordinación**

La realidad virtual (RV) apoya ejercicios de fortalecimiento, coordinación, equilibrio y cognitivos, mientras al paciente se le da información visual, auditiva y sensorial como retroalimentación, permitiéndole una interacción con objetos en un espacio visual sin limitaciones, dando como beneficios: aumento motivacional, soporte para el aprendizaje motor, apoyo a la reorganización cortical, mientras se proporciona un tratamiento interactivo <sup>(18)</sup>.

La realidad virtual actúa a nivel fisiológico en el equilibrio y la coordinación al estimular múltiples sistemas sensoriales y neuromusculares que participan en el control postural y el movimiento. Su impacto se basa en la interacción de sistemas visuales, vestibulares y propioceptivos, así como en la plasticidad del sistema nervioso central <sup>(34)</sup>.

- **Sistema Visual:** La RV utiliza imágenes en tiempo real y entornos interactivos para proporcionar información visual que ayuda al cerebro a ajustar la postura y los movimientos en respuesta a estímulos simulados.

- **Sistema Vestibular:** Los escenarios dinámicos de la RV pueden simular movimientos que estimulan los receptores del equilibrio ubicados en el oído interno, mejorando la capacidad de mantener la estabilidad.
- **Propiocepción:** Los ejercicios realizados en la RV implican movimientos corporales que activan los receptores propioceptivos, proporcionando información sobre la posición y el movimiento del cuerpo en el espacio.
- **Plasticidad Neural:** La RV fomenta la reorganización de las conexiones neuronales mediante el aprendizaje repetitivo, lo que mejora la coordinación motora y la respuesta a los estímulos.
- **Integración Sensorial:** El cerebro combina las señales visuales, vestibulares y propioceptivas proporcionadas por la RV, entrenando su capacidad para interpretar y responder de manera más eficiente a los cambios en el entorno.
- **Coordinación Neuromuscular:** Los ejercicios en RV implican movimientos controlados que mejoran la comunicación entre el sistema nervioso y los músculos, optimizando el tiempo de reacción y la precisión de los movimientos.
- **Equilibrio Postural:** La exposición a tareas virtuales que desafían el equilibrio obliga al cerebro a desarrollar estrategias compensatorias, fortaleciendo los músculos estabilizadores y mejorando el control postural <sup>34)</sup>.

## 2.9. Programas de realidad virtual usados en Fisioterapia

- 2.9.1. Dynamics VR:** El Dynamics VR la primera plataforma en realidad virtual que proporciona aplicaciones terapéuticas específicas por patologías, adaptables al perfil y estado del paciente <sup>(19)</sup>.
- 2.9.2. Rehametrics:** Incorpora tanto ejercicios analíticos como funcionales, se utiliza en la actualidad tanto con pacientes neurológicos, como también en casos de lesiones musculoesqueléticas, para la prevención de caídas, en el envejecimiento activo o con población pediátrica <sup>(20)</sup>.
- 2.9.3. TrainFES:** Es una herramienta complementaria en las terapias de rehabilitación mejoran el rango de movimiento, los ángulos máximos y las velocidades angulares de los miembros superiores hemiparéticos, señalan una mejora funcional y biomecánica de los pacientes después de la terapia de rehabilitación basada en tecnología <sup>(21)</sup>.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño**

El diseño de esta investigación fue bibliográfico; se basó en artículos científicos, revistas y publicaciones bibliográficas demostraron que estudios realizados cumplieron con el propósito de la investigación, los efectos de la utilización de la realidad virtual no inmersiva proporcionaban una mejora relevante cuando se aplicaba durante un periodo de tiempo considerable.

### **3.2. Tipo**

La investigación fue de tipo documental debido a la identificación y selección de estudios previos relacionados con el tema Realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños y adolescentes. Al elegir los estudios, se consideraron criterios particulares que facilitan la elección de la información más adecuada para la investigación.

### **3.3. Nivel**

La propuesta para la investigación fue de nivel descriptivo, en vista de que se recopilaron, analizaron y describieron los aspectos relacionados con las variables de estudio.

### **3.4. Enfoque**

La investigación tuvo un enfoque cualitativo que permitió la descripción de cualidades sobre la patología, su proceso fisiológico y las diferentes aplicaciones y técnicas como tratamiento fisioterapéutico en base a los argumentos de varios autores de artículos y ensayos clínicos, analizando la veracidad de cada estudio en la base de datos enfocado netamente en el tema.

### **3.5. Método**

El método de investigación fue inductivo, porque se basó en el análisis y la síntesis de la información recopilada. Mediante la aplicación de una técnica de análisis crítico, evaluando cuidadosamente la información proporcionada por la evidencia disponible, se examina la consistencia y coherencia de los datos junto con los resultados de los estudios seleccionados para la presente investigación

### **3.6. Relación con el tiempo de investigación**

La investigación fue de tipo retrospectivo dado que se utilizó investigaciones publicados en el periodo 2014 – 2024.

### **3.7. Técnica de recolección de datos**

La investigación se centró en la selección, recopilación y análisis de información provenientes de fuentes confiables enfocados en el tema de estudio dinámica general con cuerda.

### **3.8. Estrategias de búsqueda**

La estrategia de búsqueda aplicada en la investigación se realizó mediante la recolección de información con la utilización de base de datos como: PubMed, ScienceDirect, , ProQuest PEDro, apoyándonos de palabras clave como “Virtual reality”, “motor skill desert”, “balance postural”, “psychomotor performance”, “coordination”, “déficit”, “muscle problems”. De igual manera se utilizaron operadores booleanos para acceder a las diferentes bases de datos científicas, como son: AND, OR y NOT para facilitar y aumentar el número de artículos necesarios para la investigación, lo cual ayudó a minimizar el tiempo de búsqueda y facilitó la relación entre las variables. Dando como resultado la recolección de un total de 25 artículos para su análisis posterior.

### **3.9. Criterios de inclusión**

- Artículos de carácter científico publicados dentro del periodo 2014 – 2024.
- Información científica con las dos variables del estudio.
- Ensayos clínicos aleatorizados en el idioma español e inglés.
- Ensayos clínicos aleatorizados con una calificación según la escala de PEDro igual o mayor a 6.
- Artículos que realicen estudios y comparación en niños con el equilibrio y coordinación afectada.

### **3.10. Criterios de exclusión**

- Artículos publicados anteriores al 2013.
- Artículos que en la escala de PEDro tengan una puntuación menor a 6.
- Artículos duplicados en las bases de datos.
- Artículos en otros idiomas que no sean inglés o español.
- Artículos de pago.

### **3.11. Población**

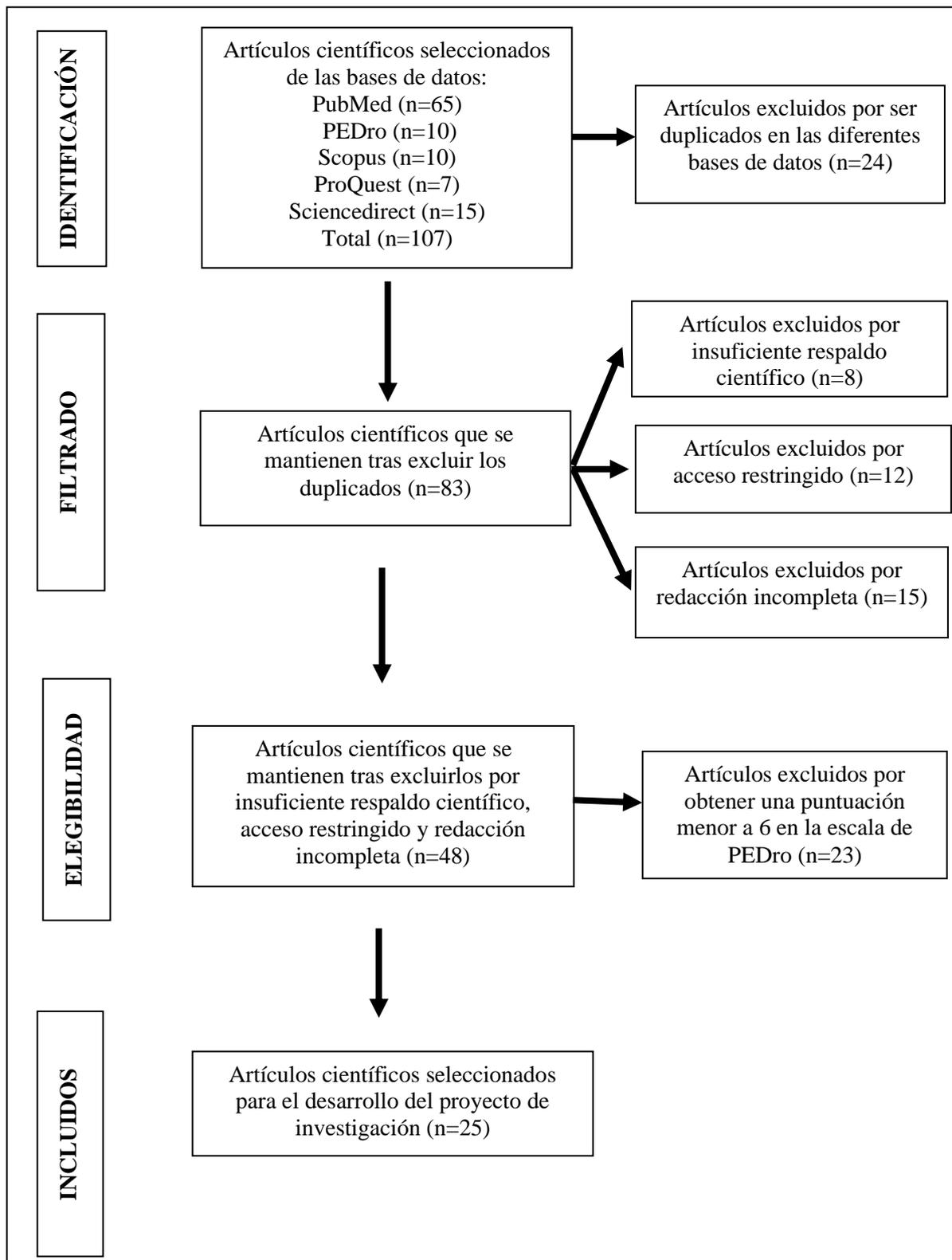
La población de interés para la investigación fueron 25 estudios científicos cuya temática aportó a la investigación información relevante y actualizada sobre realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños

### **3.12. Métodos de análisis, y procesamiento de datos.**

Los artículos seleccionados fueron sometidos a un análisis crítico basado en su nivel de evidencia y la claridad de su metodología. Los estudios se clasificaron según su diseño (ensayos clínicos, estudios experimentales), priorizando aquellos con mayor validez interna. Los hallazgos se sintetizan en categorías temáticas como clasificación del equilibrio y coordinación, técnicas de fisioterapia con realidad virtual, resultados clínicos y combinación de terapias, que reflejan las principales tendencias y resultados. Se utilizó, la escala manual PEDro y base de datos PEDro, se interpretó los resultados en el contexto del conocimiento existente, destacando sus implicaciones para la práctica de realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños y adolescentes.

**Escala Manual PEDro:** (Physiotherapy Evidence Database Scale) es un instrumento utilizado para evaluar la calidad metodológica de ensayos clínicos relacionados con intervenciones de fisioterapia. Su objetivo principal es ayudar a los profesionales e investigadores a identificar estudios de alta calidad que puedan guiar la práctica basada en la evidencia.

**Gráfico 1** Diagrama de flujo para recolección de fuentes bibliográficas



**Fuente.** Modificado de Methodology of a systematic review

**Tabla 1. Análisis de artículos científicos mediante la escala de PEDro.**

<b>Nº</b>	<b>AUTOR</b>	<b>AÑO</b>	<b>TITULO ORIGINAL</b>	<b>TITULO TRADUCIDO</b>	<b>BASE CIENTÍFICA</b>	<b>CALIFICACIÓN SEGÚN PEDRO</b>
1.	(Mohamed, et al, 2019) <sup>(35)</sup>	2019	Effect of virtual reality versus traditional physical therapy on functional balance in children with down syndrome: a randomized comparative study	Efecto de la realidad virtual versus la fisioterapia tradicional sobre el equilibrio funcional en niños con Síndrome de Down: un estudio comparativo aleatorizado	PubMed	6
2.	(Pourazar, et al., 2021) <sup>(36)</sup>	2021	Virtual reality training improves dynamic balance in children with cerebral palsy	El entrenamiento en realidad virtual mejora el equilibrio dinámico en niños con parálisis cerebral.	PubMed	6
3.	(Young , et al., 2023) <sup>(37)</sup>	2023	Upper Limb Training System to Improve Coordination with Virtual Reality at Home in Children with Brain Injury: a Randomized Controlled Trial	Sistema de entrenamiento de miembros superiores mejorado con realidad virtual en el hogar en niños con lesión cerebral: un ensayo controlado aleatorio.	PubMed	6
4.	(Amir, et al., 2019) <sup>(38)</sup>	2019	The effect of virtual reality exercises on dynamic balance of children with developmental coordination disorder	El efecto de los ejercicios de realidad virtual sobre el equilibrio dinámico de niños con trastorno del desarrollo de la coordinación.	PubMed	6
5.	(Neto et al., 2019) <sup>(39)</sup>	2019	Motor intervention with and without Nintendo® Wii for children with developmental	Intervención motora con y sin Nintendo® Wii para niños con	PubMed	6

			coordination disorder: protocol for a randomized clinical trial	trastorno del desarrollo de la coordinación: protocolo para un ensayo clínico aleatorizado		
6.	(Saposnik, et al., 2016) <sup>(40)</sup>	2016	Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercises in the rehabilitation of patients with down syndrome: a randomized, controlled trial.	Eficacia y seguridad de los ejercicios de realidad virtual no inmersiva en la rehabilitación de pacientes con síndrome de Down: un ensayo controlado, aleatorizado.	PubMed	6
7.	(Fong, et al., 2016) <sup>(41)</sup>	2016	Task-Specific Balance Training Improves the Sensory Organisation of Balance Control in Children with Developmental Coordination Disorder: A Randomised Controlled Trial	El entrenamiento del equilibrio para tareas específicas mejora la organización sensorial del control del equilibrio en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación: un ensayo controlado aleatorio	Scopus	7
8.	(Fong et al., 2016) <sup>(42)</sup>	2016	A novel balance training program for children with developmental coordination disorder a randomized controlled trial	Un novedoso programa de entrenamiento del equilibrio para niños con trastorno del desarrollo de la coordinación: un ensayo controlado aleatorio	Scopus	7
9.	(Truijen, et al., 2022) <sup>(43)</sup>	2022	Effect of virtual reality training and home-based telerehabilitation on balance in people with cerebral palsy: a randomized controlled trial	Efecto del entrenamiento en realidad virtual y la telerehabilitación en el hogar sobre el equilibrio en personas con parálisis cerebral: un ensayo controlado aleatorio	Scopus	7

10.	(Jaeho et al., 2018) <sup>(44)</sup>	2016	The effects of robot-assisted gait training using virtual reality and auditory stimulation on balance and gait abilities in persons with stroke: Randomized Controlled Trials	Efectos del entrenamiento de la marcha asistido por robot mediante realidad virtual y estimulación auditiva sobre el equilibrio y la capacidad de marcha en personas con parálisis cerebral. Ensayo clínico aleatorizado	Scopus	7
11.	(Sajan et al., 2016) <sup>(45)</sup>	2016	Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: A pilot, randomized controlled trial	Videojuegos interactivos basados en Wii como complemento a la terapia convencional para la rehabilitación de niños con parálisis cerebral: un ensayo piloto aleatorizado y controlado	Scopus	7
12.	(Sahin et al., 2019) <sup>(46)</sup>	2019	The Effects of Virtual Reality on Motor Functions and Daily Life Activities in Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Single-Blind Randomized Controlled Trial	Los efectos de la realidad virtual sobre las funciones motoras y las actividades de la vida diaria en la parálisis cerebral espástica unilateral: un ensayo controlado aleatorio simple ciego	ProQuest	7
13.	(Tarakci et al., 2020) <sup>(47)</sup>	2020	Leap Motion Controller-based training for upper extremity rehabilitation in children and adolescents with physical disabilities: A randomized controlled trial	Entrenamiento basado en el controlador Leap Motion para la rehabilitación de las extremidades superiores en niños y adolescentes con	ProQuest	7

				discapacidades físicas: un ensayo controlado aleatorio		
14.	(Parijat et al.,2015) <sup>(48)</sup>	2015	EMG and kinematic responses to unexpected slips after slip training in virtual reality	EMG y respuestas cinemáticas a resbalones inesperados tras entrenamiento de resbalones en realidad virtual	ProQuest	7
15.	(Nasir et al., 2023) <sup>(49)</sup>	2023	Effects of virtual reality training with Xbox Kinect on balance, postural control and functional independence in children: a randomized controlled trial	Efectos del entrenamiento en realidad virtual con Xbox Kinect sobre el equilibrio, el control postural y la independencia funcional en sujetos en niños: un ensayo aleatorizado controlado	ProQuest	7
16.	(Cavalcante et al., 2021) <sup>(50)</sup>	2021	Wii training versus non-Wii task-specific training on motor learning in children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial	Entrenamiento con Wii versus entrenamiento para tareas específicas sin Wii sobre el aprendizaje motor en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación: un ensayo controlado aleatorio	ProQuest	7
17.	(Young et al., 2021) <sup>(51)</sup>	2021	Virtual reality rehabilitation in children with brain injury: a randomized controlled trial	Rehabilitación con realidad virtual en niños con lesión cerebral: un ensayo controlado aleatorio	ProQuest	7
18.	(Goffredo et al., 2023) <sup>(52)</sup>	2023	Non-Immersive Virtual Reality Telerehabilitation System Improves Postural Balance in	Un sistema de telerehabilitación de realidad virtual no inmersiva mejora el equilibrio postural en	PEDro	7

			People with Chronic Neurological Diseases.	personas con enfermedades neurológicas crónicas.		
19.	(Kumari et al., 2021) <sup>(53)</sup>	2021	Randomised trial of virtual reality gaming and physiotherapy on balance, gross motor performance and daily functions among children with bilateral spastic cerebral palsy	Ensayo aleatorizado de juegos de realidad virtual y fisioterapia sobre el equilibrio, el rendimiento motor grueso y las funciones diarias entre niños con parálisis cerebral espástica bilateral	PEDro	7
20.	(Bruno et al., 2021) <sup>(54)</sup>	2021	Nonimmersive Virtual Reality as Complementary Rehabilitation on Functional Mobility and Gait in Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Clinical Trial	Realidad virtual no inmersiva como rehabilitación complementaria de la movilidad funcional y la marcha en la parálisis cerebral: un ensayo clínico controlado aleatorizado	PEDro	7
21.	(T.Szturm et al., 2022) <sup>(55)</sup>	2022	Game-Based Dual-Task Exercise Program for Children with Cerebral Palsy: Blending Balance, Visuomotor and Cognitive Training: Feasibility Randomized Control Trial	Programa de ejercicios de doble tarea basado en juegos para niños con parálisis cerebral: combinación de equilibrio, entrenamiento visomotor y cognitivo: ensayo de control aleatorio de viabilidad	PEDro	8
22.	(Feng et al., 2019) <sup>(56)</sup>	2019	Virtual reality rehabilitation versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in patients with	Rehabilitación con realidad virtual frente a fisioterapia convencional para mejorar el equilibrio y la marcha en	PEDro	8

			cerebral palsy a randomized controlled trial.	pacientes con parálisis cerebral un ensayo controlado aleatorizado.		
23.	(Kumari et al., 2021) <sup>(57)</sup>	2021	Randomised trial of virtual reality gaming and physiotherapy on balance, gross motor performance and daily functions among children with bilateral spastic cerebral palsy	Ensayo aleatorizado de juegos de realidad virtual y fisioterapia sobre el equilibrio, el rendimiento motor grueso y las funciones diarias entre niños con parálisis cerebral espástica bilateral.	PEdro	8
24.	(Ochandorena et al., 2022) <sup>(58)</sup>	2022	Effectiveness of virtual reality on functional mobility during treadmill training in children with cerebral palsy: a single-blind, two-arm parallel group randomised clinical trial (VirtWalkCP Project)	Eficacia de la realidad virtual en la movilidad funcional durante el entrenamiento en cinta en niños con parálisis cerebral: ensayo clínico aleatorizado, de dos brazos y con ciego simple, de grupos paralelos (Proyecto VirtWalkCP)	PEdro	8
25.	(Banwell et al., 2024) <sup>(59)</sup>	2024	Virtual reality combined with robot-assisted gait training to improve walking ability of children with cerebral palsy: A randomized controlled trial	Realidad virtual combinada con entrenamiento de la marcha asistido por robot para mejorar la capacidad de caminar de niños con parálisis cerebral: un ensayo controlado aleatorio.	PEdro	8

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

**Tabla 2 Resultados del análisis de los artículos**

Nº	AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
1.	(Mohamed, et al, 2019)	Ensayo controlado aleatorio	26 participantes	En este estudio participaron veintiséis niños con síndrome de Down de ambos sexos. Sus edades oscilaron entre 6 y 9 años y se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos. El grupo (A) recibió tradicional fisioterapia y el Grupo (B) recibió el programa de equilibrio de Wii. Las sesiones de tratamiento fueron de 30 minutos, 3 veces por semana durante 8 semanas. Las medidas de resultado primarias fueron la prueba de equilibrio pediátrica, la prueba de cronometrado y listo, y la prueba de cinco veces sentarse y levantarse.	Los datos de los niños que se presentan no se encontraron diferencias significativas al inicio entre grupos (edad, peso, altura y sexo) o cualquiera de las variables medidas. Todos los resultados medidos mejoraron significativamente en ambos grupos de pre a post intervención. Los datos brutos para los grupos de comparación tras la intervención indicada que el grupo de entrenamiento de realidad virtual mostró mejoras en la báscula de equilibrio pediátrica, la prueba de cronometrado y prueba de cinco veces sentarse y levantarse como en comparación con la fisioterapia tradicional grupo.

2.	(Pourazar, et al., 2021)	Ensayo controlado aleatorio	20 participantes	Se seleccionaron 20 niñas con parálisis cerebral hemipléjica espástica (SHCP) de escuelas especiales y se dividieron en grupos experimental y de control. Se utilizaron el juego de baile Kinect disponible comercialmente (Microsoft Inc., Redmond, WA, EE. UU.) 'Just Dance 3 y la prueba de equilibrio de excursión en estrella modificada (SEBT) para el entrenamiento basado en videojuegos y las pruebas de equilibrio dinámico, respectivamente en un total de 20 sesiones. Se consideraron ejercicios de estiramiento de 10 minutos.	No hubo diferencias significativas en las variables entre los dos grupos de estudio en niños con parálisis cerebral hemipléjica espástica (SHCP).
3.	(Young , et al., 2023)	Ensayo clínico aleatorizado	40 participantes	Los participantes fueron asignados aleatoriamente en grupo experimental y grupo de control. Ambos grupos mantuvieron el mismo contenido terapéutico y dosis de terapia ocupacional durante el período de intervención. El grupo experimental realizó entrenamiento adicional en casa utilizando el programa mejorado con realidad virtual durante al menos 30 min/día, 5 días/semana, durante 6 semanas.	Según los resultados en los dos grupos hubo mejoras significativas en el tratamiento que recibió en el hogar

4.	(Amir, et al., 2019)	Ensayo controlado aleatorio	30 participantes	Este ensayo fue experimental con grupo pretest, postest y control. Con 30 niños varones con trastorno de coordinación del desarrollo fueron seleccionados al azar entre 87 niños referidos, ellos eran divididos en dos grupos de 15 emparejados en Realidad virtual y grupos de control.	Se evidencio diferencias entre ambos grupos de estudio mediante la aplicación de test de control, lo cual indicó que el primer grupo mejoro significativamente dando como resultado que el primer grupo tuvo una mejora en la coordinación, mientras que el segundo grupo mantiene la misma coordinación sin ningún cambio.
5.	(Neto et al., 2019)	Ensayo clínico aleatorizado	106 participantes	Dos protocolos de intervención (uno basado en actividades motoras de Nintendo® Wii y el otro sin Wii). Se realizarán intervenciones dos veces por semana en sesiones de 60 minutos, con un mínimo de 12 y un máximo de 16 sesiones por niño. Los protocolos se desarrollaron con base en los dominios de la Motion Assessment Battery for Children – Second Edición (MABC-2) (Destreza manual, Apuntar y atrapar, Equilibrio), con dos actividades para cada uno de los MABC: dos dominios.	Mediante el protocolo de tratamiento tenemos como resultado que el grupo con tratamiento con Nintendo Wii tuvo mejoras considerables en su tratamiento, en cambio el grupo sin tratamiento con Nintendo Wii no mejoro, dando a conocer la efectividad del Nintendo Wii como tratamiento.
6.	(Saposnik, et al., 2016)	Ensayo clínico aleatorizado simple ciego	141 participantes	Los participantes fueron asignados aleatoriamente mediante una asignación generada por computadora para recibir	Los datos recopilados durante el ensayo permitieron como resultado que los 2 grupos de

				<p>un programa de sesiones estructuradas y orientadas a tareas para las extremidades superiores diez sesiones, 60 minutos cada una de realidad virtual no inmersiva utilizando el sistema de juegos Nintendo Wii o actividades recreativas simples como jugar a las cartas, bingo, Jenga o juego de pelota como terapias complementarias a la rehabilitación convencional durante un período de 2 semanas.</p>	<p>participantes tuvieron una mejora significativa en las actividades realizada por los participantes.</p>
7.	(Fong, et al., 2016)	Ensayo clínico aleatorizado	178 participantes	<p>Los miembros del grupo 1 recibieron un entrenamiento específico de equilibrio acompañados mediante biorretroalimentación electromiografía para remediar sus dificultades de aprendizaje motor y mejorar su neuroplasticidad y equilibrio. El ejercicio de equilibrio asistido por electromiografía se incluyó en el protocolo para aumentar la conciencia del movimiento, capacidad y control cognitivo, maximizar el aprendizaje motor y mejorar la plasticidad del sistema nervioso central en 25 sesiones.</p>	<p>No se observaron diferencias significativas entre los dos grupos. Además, no hubo diferencias en las variables demográficas iniciales entre los participantes que completaron el ensayo y los que no. Todos los participantes asistieron a 19 sesiones (80%) o más. No hubo cambios dentro del grupo en las respuestas de los participantes, niveles de actividad física o medicación utilizada durante el estudio, y ninguno de los participantes recibió información de fuera.</p>

8.	(Fong et al.2016,)	Ensayo aleatorio clínico	161 participantes	El grupo 1 recibió capacitación para tareas específicas al mismo tiempo con biorretroalimentación electromiografía (EMG) para remediar dificultades de aprendizaje motor y mejorar la neuroplasticidad y rendimiento del equilibrio. El grupo 2 recibió un protocolo de entrenamiento, que fue modificado de las partidas de evaluación del saldo en el movimiento.	Como resultado se observaron diferencias en los grupos de estudio de referencia entre los participantes que completaron exitosamente el estudio y aquellos que no lo hizo. Además, las tasas de asistencias y las intervenciones fueron del 83% y 79%, respectivamente. Las tasas de asistencia no demostraron diferencias significativas entre los 2 grupos de intervención.
9.	(Truijen, et al., 2022)	Ensayo aleatorizado clínico	15 participantes	Las intervenciones incluyen tres sesiones: sobre el uso de Realidad Virtual (VR) y la telerehabilitación (TR) o el uso de VR como una intervención de rehabilitación domiciliaria en combinación con TR para la telemonitorización en trastornos neurológicos causados por Enfermedad de Parkinson (EP), Esclerosis Múltiple (EM) o accidente cerebrovascular (ACV) en los que se evaluaron.	Los resultados que obtuvieron no son los esperados, puesto que el grupo de realidad virtual obtuvo una mejora significativa, pero el grupo de telerehabilitación no tuvo buenos resultados con la intervención.
10.	(Jaeho et al., 2018)	Ensayo aleatorizado clínico	40 participantes	Todos los participantes fueron divididos aleatoriamente en tres grupos, donde doce participantes estaban en el grupo de	Los resultados mostraron que las puntuaciones de BBS, TUG y 10MWT mejoraron

				entrenamiento de la marcha asistido por robot con realidad virtual (VRGT), doce participantes en el grupo de entrenamiento de la marcha asistido por robot con estimulación auditiva (ARGT) y dieciséis participantes en el grupo de control. Los participantes recibieron realidad virtual y estimulación auditiva mientras se sometían a un entrenamiento de la marcha asistido por robot durante 45 minutos, tres veces por semana durante 6 semanas, y todos los sujetos se habían sometido a fisioterapia general durante 30 minutos, cinco veces por semana durante 6 semanas	significativamente después de la intervención, y el grupo de control también había mejorado significativamente en todas las áreas después del tratamiento
11.	(Sajan et al., 2016)	Ensayo clínico aleatorizado	20 participantes	Los participantes fueron elegidos aleatoriamente en dos grupos, un grupo de intervención y un grupo de control, terapia con Wii, administrada como complemento a la terapia convencional, durante 45 minutos al día, 6 días a la semana durante 3 semanas. Los niños del grupo de control recibieron únicamente la terapia convencional.	Se observó una mejora significativa de las funciones de las extremidades superiores en el grupo de intervención, pero no en el grupo de control. Las mejoras en el equilibrio, la percepción visual y la movilidad funcional no fueron significativamente diferentes entre los grupos de control y de intervención.
12.	(Sahin et al., 2019)	Ensayo clínico aleatorizado	60 participantes	Los participantes con parálisis cerebral espástica unilateral fueron aleatorizados,	Como resultado tenemos que las funciones motoras totales y la

				sesenta niños se dividieron equitativamente entre el grupo de intervención de Realidad Virtual (10 mujeres y 20 hombres) y el grupo de intervención de terapia ocupacional tradicional (TOT) (13 mujeres y 17 hombres). Las intervenciones se llevaron a cabo durante 8 semanas con el objetivo principal de mejorar las funciones motoras y la independencia en las actividades diarias.	independencia total en la vida diaria en ambos grupos mejoraron después de 8 semanas de intervención. Una comparación entre los grupos reveló mejoras significativamente mayores en las funciones motoras gruesas y finas y en las actividades diarias en el grupo de realidad virtual que en el grupo de Terapia Ocupacional Tradicional.
13.	(Tarakci et al., 2020)	Ensayo clínico aleatorizado	92 participantes	Se realizó un ensayo controlado aleatorizado en el que se incluyeron niños y adolescentes con diferentes discapacidades que se agruparon según su diagnóstico. Todos los pacientes fueron aleatorizados en dos grupos, grupo I tratamiento convencional y grupo II para el tratamiento con realidad virtual durante 3 días y 8 semanas.	Después del tratamiento, se encontraron diferencias significativas en el Cuestionario de Evaluación de la Salud Infantil, el Índice de Mano de Duruoz, la Prueba de Función de la Mano de Jebson Taylor, la prueba de la clavija de nueve agujeros y las puntuaciones de fuerza de agarre y pinza en casi todos los grupos.
14.	(Parijat et al., 2015)	Ensayo clínico aleatorizado	24 participantes	Las intervenciones incluyen tres sesiones: medición inicial, adquisición de capacitación y transferencia de formación, en tres días separados. Todos los participantes pasaron por una prueba de deslizamiento (Deslizamiento1) en la	La frecuencia de caídas para el grupo 1 de realidad virtual (VR) se redujo del 50% en el primer deslizamiento inesperado (Desliz1) durante la sesión de referencia al 0% tras el segundo

				<p>superficie del suelo resbaladiza en la primera sesión. En otro día (unas dos semanas después).</p> <p>El grupo 2 de realidad virtual (VR) realizó el entrenamiento de realidad virtual en la cinta mientras que el grupo 2 de control realizó una caminata normal por la pasarela. En la tercera sesión, ambos grupos pasaron por otra prueba de deslizamiento (Deslizamiento2).</p>	<p>deslizamiento inesperado (Resbalón2) durante el traslado de la sesión de entrenamiento. Para el grupo 2 de control, la frecuencia de caídas se redujo del 50% en Slip1 al 25% en Slip 2</p>
15.	(Nasir et al., 2023)	Ensayo clínico aleatorizado	41 participantes	<p>Los participantes se dividieron en dos grupos mediante el método del sobre oculto. El grupo de intervención recibió exergaming mediante Xbox Kinect, y el grupo de control recibió ejercicios que comprendían entrenamiento del equilibrio, fortalecimiento de las extremidades superiores y fortalecimiento del core. La escala de equilibrio de Berg (BBS), la medida de independencia funcional (FIM), la escala de deterioro del tronco (TIS) y el cronometrado de levantarse y andar (TUG) fueron las medidas de resultado. Con una duración de 8 semanas.</p>	<p>Como resultados se observó una mejora significativa dentro de en ambos grupos desde el inicio hasta las 8 semanas posteriores a la intervención.</p>
16.	(Cavalcante et al., 2021)	Ensayo clínico aleatorizado	32 participantes	<p>Un total de 32 niños con Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (TDC)</p>	<p>El entrenamiento con Wii y el TST produjeron mejoras en el</p>

				<p>asignados aleatoriamente en dos grupos para recibir la intervención con Wii o entrenamiento específico de tareas (TST) durante 12 sesiones. El aprendizaje motor se evaluó en 3 fases consecutivas durante la intervención y se determinó las puntuaciones de los juegos obtenidas en las: primeras 4 sesiones, 4 sesiones intermedias y últimas 4 sesiones. Se realizaron seis tareas diferentes (tenis de mesa, frisbee, tiro con arco, bolos, cuerda floja/viga de equilibrio y equilibrio con canicas/disco de equilibrio) en cada sesión. Cada sesión duró 42 min (tiempo en la tarea).</p>	<p>aprendizaje motor, como se evaluó mediante el aumento de las puntuaciones en las tareas de frisbee y de equilibrio con canicas/disco de equilibrio. Sin embargo, el entrenamiento con Wii produjo un mejor rendimiento en las tareas de tiro con arco y bolos, mientras que solo el TST produjo mejoras en las tareas de viga de equilibrio y tenis de mesa.</p>
17.	(Young et al., 2021)	Ensayo clínico aleatorizado	80 participantes	<p>El grupo de intervención recibió una intervención de realidad virtual de 30 minutos y una sesión de 30 minutos de terapia ocupacional convencional, mientras que el grupo de control recibió 60 minutos de terapia ocupacional convencional por sesión, con 20 sesiones durante 4 semanas. El sistema de rehabilitación de realidad virtual consistió en juegos que promovían los movimientos articulares de la muñeca y</p>	<p>Tenemos como resultado que ambos grupos (realidad virtual, n=40; control, n=38) mejoraron significativamente después del tratamiento en comparación con el inicio; sin embargo, el grupo de realidad virtual mostró mejoras más significativas en las funciones de destreza de las extremidades superiores.</p>

				el antebrazo utilizando sensores inerciales portátiles.	
18.	(Goffredo et al., 2023)	Ensayo clínico aleatorizado	41 participantes	Incluimos 21 participantes con Esclerosis Múltiple y 20 con Enfermedad de Parkinson. Todos los sujetos inscritos fueron aleatorizados en dos grupos: 25 en el grupo de intervención y 16 en el grupo de control. Ambos tratamientos duraron 30-40 sesiones (5 días / semana, 6-8 semanas). Los resultados motores, cognitivos y de participación se registraron antes y después de los tratamientos.	Todos los participantes mejoraron los resultados al final de los tratamientos. El resultado primario del estudio (Mini-BESTest) registró una mejora significativa mayor en el grupo de telerehabilitación que en el grupo de control.
19.	(Kumari et al., 2021)	Ensayo clínico aleatorizado	38 participantes	En este tratamiento se dividieron en dos grupos: el grupo experimental realizó juegos de realidad virtual y fisioterapia, mientras que el grupo de control se sometió solo a fisioterapia. La intensidad del ejercicio fue de 60 minutos de sesión al día, 4 días a la semana durante 6 semanas.	La combinación de juegos de realidad virtual y fisioterapia no es superior a la fisioterapia sola para mejorar el rendimiento motor grueso y el funcionamiento diario en niños con parálisis cerebral espástica bilateral. Los juegos virtuales, junto con la fisioterapia, parecen ser beneficiosos para la capacidad de equilibrio, lo que justifica más ensayos para investigar lo mismo en niños
20.	(Bruno et al., 2022)	Ensayo clínico aleatorizado	22 participantes	Veintidós niños con parálisis cerebral unilateral fueron aleatorizados en dos	En comparación con el grupo control, el grupo 1 realizó las

				<p>grupos: grupo de intervención y grupo de control. Después de las evaluaciones iniciales, los participantes comenzaron la intervención de Realidad Virtual asociada con la terapia convencional o continuaron la fisioterapia convencional (grupo de control). Los participantes en el grupo 1 asistieron a sesiones de entrenamiento de 45 minutos dos veces por semana durante 8 semanas (total: 16 sesiones y 12 horas de entrenamiento). Los participantes en el grupo de control se sometieron a terapia estándar durante 50 minutos, dos veces por semana. La prueba Timed Up and Go (TUG), las variables espaciotemporales de la marcha y los ángulos pélvicos se midieron al inicio y después de las sesiones de tratamiento.</p>	<p>siguientes actividades en menor tiempo: TUG y tiempo de zancada. Además, el grupo 1 aumentó la velocidad de la marcha y la retroversión de la pelvis, y disminuyó el intervalo de la pelvis/rotaciones externas y la amplitud de la rotación de la pelvis al caminar.</p>
21.	(T.Szturm et al.,2022)	Ensayo clínico aleatorizado	20 participantes	<p>El grupo recibió el protocolo durante 12 semanas con una frecuencia de tres sesiones de terapia por semana. Cada sesión tuvo una duración de 45 min. El grupo de control (GC) recibió un programa de equilibrio de fisioterapia convencional.</p>	<p>Tenemos como resultados que todos los niños examinados y asignados al azar a sus respectivos grupos de ejercicio completaron la intervención previa y posterior evaluaciones y asistió a todas las sesiones de ejercicio (cumplimiento del 100%). No</p>

				Esto incluyó (a) ejercicios de estiramiento asistidos activamente y (b) equilibrio y pesas. Ejercicios de desplazamiento con movimientos de extensión de brazos y flexión del tronco.	hubo efectos adversos eventos o problemas con el uso de la tecnología o juegos de computadora en terapia.
22.	(Feng et al., 2019)	Ensayo clínico aleatorizado	28 participantes	Se dividieron al azar veintiocho pacientes con Enfermedad de Parkinson (EP) en el grupo experimental y el grupo de control. El grupo experimental recibió entrenamiento de realidad virtual y el grupo de control recibió fisioterapia convencional. Los pacientes realizaron sesiones de 45 minutos, 5 días a la semana, durante 12 semanas.	Después del tratamiento, las puntuaciones de BBS, TUGT y FGA habían mejorado significativamente en ambos grupos. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la escala unificada de calificación de la enfermedad de Parkinson (UPDRS3) entre los datos previos y posteriores a la rehabilitación del grupo de control. El entrenamiento con RV resultó en un rendimiento significativamente mejor en comparación con el grupo de fisioterapia convencional.
23.	(Kumari et al., 2021)	Ensayo clínico aleatorizado	38 participantes	El grupo experimental realizó juegos de realidad virtual y fisioterapia, mientras que el grupo de control se sometió solo a fisioterapia. La intensidad del ejercicio fue de 60 minutos de sesión al día, 4 días	La combinación de juegos de realidad virtual y fisioterapia no es superior a la fisioterapia sola para mejorar el rendimiento motor grueso y el funcionamiento diario

				a la semana durante 6 semanas. La Escala de equilibrio pediátrica (PBS), la Prueba del sistema de evaluación del equilibrio Kids-Mini (Kids-Mini-BESTest), la Medida de la función motora gruesa-88 (GMFM-88) y la Medida de independencia funcional Wee (WeeFIM) fueron las mediciones de resultados recopiladas al inicio, 6 semanas después del entrenamiento y 2 meses después.	en niños con parálisis cerebral espástica bilateral. Los juegos virtuales, junto con la fisioterapia, parecen ser beneficiosos para la capacidad de equilibrio, lo que justifica más ensayos para investigar lo mismo en niños con GMFCS nivel III.
24.	(Ochandorena et al., 2022)	Ensayo clínico aleatorizado	6 participantes	Los participantes serán asignados aleatoriamente a dos grupos: (1) el grupo experimental, que recibirá el entrenamiento en cinta rodante al mismo tiempo que la realidad virtual; y (2) el grupo de control, que realizará solo el entrenamiento de marcha en cinta rodante. El entrenamiento se proporcionará en 10 sesiones durante 2 semanas con 30 minutos para cada sesión. Las evaluaciones se realizarán en tres ocasiones: 1 semana antes de la intervención, 1 semana después de la intervención y 1 mes después del final de la intervención. Las evaluaciones incluirán la prueba de marcha de 6 minutos, estabilometría, la Escala de	Los resultados es una mejora significativa más en el grupo 1 a diferencia del grupo 2 desde la evaluación previa al tratamiento hasta la evaluación posterior al tratamiento y la evaluación posterior al tratamiento a las 4 semanas.

				equilibrio de Berg, la prueba de marcha de 10 m, la Medida de la función motora gruesa, la Medida de independencia funcional, el inventario de calidad de vida pediátrica y el Cuestionario de participación infantil.	
25.	(Banwell et al., 2024)	Ensayo clínico aleatorizado	60 participantes	En la intervención se hizo dos grupos, grupo 1 de control recibió fisioterapia convencional, y los grupos de tareas realizaron Realidad virtual (VR). Todos los participantes recibieron 50 minutos de terapia por sesión cuatro veces por semana durante 12 semanas y fueron evaluados antes y después de la prueba con la electromiografía de superficie (EMG), la Escala de Ashworth modificada, la Medición de la Función Motora Gruesa (GMFM) dimensión E y D, y la Prueba de Caminata de Seis Minutos (6-MWT).	Los resultados nos indican que habían mejorado de manera significativa en cada grupo después de la intervención, se demostró que los impactos más efectivos de VR en la capacidad de caminar en comparación con el grupo de control mejor mejora en los niños con Parálisis Cerebral (PC).

## 4.2. DISCUSIÓN

En los tratamientos que comparan el uso de realidad virtual frente a la fisioterapia tradicional Mohamed <sup>(35)</sup> y Saponski <sup>(40)</sup> nos indican que la eficacia de la realidad virtual respecto a la terapia física tradicional en niños con síndrome de Down mostró mejoras en las extremidades superiores mediante los test aplicados como la prueba de equilibrio de Berg modificada para niños, prueba de romberg, escala funcional de equilibrio en niños, es decir que la realidad virtual resulta mejor para el equilibrio que la fisioterapia tradicional, en cambio en el estudio de Pourazar <sup>(36)</sup> nos indica como resultado que no hubo cambios significativos en el equilibrio dinámico de los niños ocupando solo la realidad virtual. En los tratamientos de Taesung <sup>(31)</sup> mostró que los tratamientos que se realizaron con realidad virtual hubo cambios significativos en el equilibrio estático porque los participantes tuvieron una buena adherencia en su tratamiento y cumplieron de manera adecuada con el tratamiento propuesto, sin embargo también nos indican que en el tratamiento con fisioterapia convencional no tuvo cambios notorios en el equilibrio estático a pesar que siguieron el tratamiento que los fisioterapeutas indicaron al inicio, dando como resultado que la terapia con realidad virtual es mejor que la fisioterapia convencional.

Según los tratamientos de realidad virtual y telerehabilitación, Young <sup>(37)</sup> indica que los participantes de ambos grupos no obtuvieron los cambios esperados, puesto que el tratamiento con realidad virtual fue más efectivo que la telerehabilitación en el equilibrio de los niños. En el estudio de Goffredo <sup>(52)</sup> nos indica que la telerehabilitación fue más efectiva que la realidad virtual, dándonos como resultados la mejora en el deslizamiento para evitar las caídas y tener un buen equilibrio estático, en los tratamientos de Amir <sup>(25)</sup> se evidencio que algunos participantes tuvieron mejoras significativas en el equilibrio dinámico y otros participantes no mejoraron en su equilibrio porque no tuvieron la misma adherencia en el tratamiento propuesto por los fisioterapeutas en el grupo control, por lo que el uso de realidad virtual es mejor que la telerehabilitación.

En los tratamientos de Fong <sup>(41)</sup> nos indica que no hubo un resultado eficaz en el entrenamiento sin el Nintendo Wii en el equilibrio dinámico, en cambio el tratamiento con el Nintendo Wii si dio los resultados esperados en el equilibrio dinámico mediante la realidad virtual, mostrando efectividad con el Nintendo Wii porque es un tratamiento lúdico y crea adherencia a la terapia para un mejor desempeño de los participantes, sin embargo en el estudio según Young <sup>(37)</sup> tenemos que los resultados obtenidos fueron satisfactorios el tratamiento de realidad virtual para el equilibrio dinámico, porque los participantes no fueron comprometidos al programa de ejercicios con realidad virtual y no hubo adherencia al tratamiento. En los tratamientos de Nasir <sup>(49)</sup> tenemos resultados donde se observó una mejora significativa en el equilibrio dinámico y estático, los participantes recibieron exergaming mediante Xbox Kinect, después de obtener los resultados esperados al recibir la terapia con realidad virtual los participantes siguieron con su plan de tratamiento y así poder tener mejores resultados que ya antes mencionados, entonces el uso de realidad virtual mediante Nintendo wii/Xbox permite mejorar el equilibrio en los niños pero no está comprobado su adherencia al programa terapéutico.

En las intervenciones de Sahin <sup>(46)</sup> y Tarakei <sup>(47)</sup> los resultados nos mostraron que no hubo diferencia significativa en el entrenamiento con realidad virtual y de acuerdo a las escalas de evaluación para el equilibrio dinámico, no tuvieron mejoras significativas, en ninguna escala de equilibrio ni en los cuestionarios de retroalimentación, con respecto a las experiencias subjetivas, se consideró que el sistema de Realidad Virtual era igualmente utilizable y motivador, permitiendo que haya una adherencia al tratamiento y posteriormente obtener mejores resultados en un futuro.

Según Kumari <sup>(53)</sup> y T. Szturm <sup>(55)</sup> nos indican que la combinación de juegos de realidad virtual y fisioterapia no es superior a la fisioterapia convencional y así mejorar el rendimiento motor grueso y el funcionamiento diario en niños con parálisis cerebral espástica bilateral. Los juegos virtuales, junto con la fisioterapia, parecen ser beneficiosos para la capacidad de equilibrio, lo que justifica más ensayos para investigar lo mismo en niños. Indican que no hubo efectos adversos, eventos o problemas con el uso de la tecnología o juegos de computadora en terapia.

En los tratamientos según Goffredo <sup>(52)</sup>, Calvacante <sup>(50)</sup> y Young <sup>(51)</sup> nos indican que los resultados obtenidos mediante los tratamientos y actividades propuestas por los autores han sido satisfactorios, porque la realidad virtual es una herramienta que no solo ayuda en el equilibrio sino también ayuda en la coordinación de los niños y adolescentes, así poder tener una mejor calidad de vida.

Según los autores Bruno <sup>(54)</sup>, Feng <sup>(56)</sup> y Banwell <sup>(59)</sup> nos exponen que los resultados que se obtuvo después de realizar diferentes test y tratamientos a los participantes de los diferentes grupos de estudio cumplieron con los objetivos planteados, luego que los tratamientos con realidad virtual y fisioterapia no solo ayudo a los niños y adolescentes en la mejora del equilibrio y la coordinación, sino que también ayudo a la reeducación de la marcha en los pacientes pediátricos.

En los tratamientos de Truijen <sup>(43)</sup>, Parijat <sup>(48)</sup> y Ochandorena <sup>(45)</sup> nos indican los resultados obtenidos después de realizar diferentes test y tratamientos a cada participante, indican que la realidad virtual no solo ayudo al equilibrio y coordinación sino a habilidades del niño y adolescente como en la postura corporal, coordinación motora.

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Después de analizar diversos estudios científicos sobre el tratamiento a través de la realidad virtual en pacientes con déficit de equilibrio y coordinación, los autores de las investigaciones revisadas en este trabajo señalan que la realidad virtual proporciona beneficios importantes sobre los déficits motores, mejorando el control postural, el equilibrio y la coordinación del paciente, esto a su vez contribuye a una mayor autonomía en la realización de actividades diarias.
- En cuanto a la reeducación de la marcha en todas sus fases, se ha observado una mejora en los aspectos relacionados con la longitud y velocidad, lo que se ha visto potenciado por la recuperación de la fuerza muscular en las extremidades inferiores. Esto ha tenido un impacto positivo en la movilidad y el desplazamiento del paciente con déficit de equilibrio y coordinación, disminuyendo así el riesgo de caídas.
- Se ha evidenciado que las aplicaciones dentro de la realidad virtual más utilizadas son los sistemas Desktop más conocidos como los juegos virtuales y dentro de estas se encuentra el Nintendo Wii, es una herramienta de uso fácil y práctico que puede ocupar las familias como para los rehabilitadores.

### 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda implementar programas de rehabilitación que incorporen tecnologías de realidad virtual como complemento a los tratamientos convencionales en pacientes con déficit de equilibrio y coordinación. Esta herramienta no solo mejorará los aspectos motores como el control postural, el equilibrio y la coordinación, sino que también potencia la autonomía funcional del paciente, facilitando su reintegración a las actividades de la vida diaria.
- Incorporar ejercicios específicos para la reeducación de la marcha que incluyan el fortalecimiento de las extremidades inferiores, con el fin de mejorar la longitud y velocidad del paso. Esta estrategia contribuye significativamente a optimizar la movilidad y el desplazamiento de los pacientes con déficit de equilibrio y coordinación, disminuyendo el riesgo de caídas y favoreciendo una recuperación funcional más segura y efectiva.
- Fomentar el uso de sistemas de realidad virtual accesibles en los programas de rehabilitación, tanto en entornos clínicos como en el hogar. Su facilidad de uso y carácter interactivo lo convierten en una herramienta eficaz y motivadora, que puede ser utilizada por profesionales de la salud como por los familiares del paciente, favoreciendo la continuidad del tratamiento y el compromiso activo en el proceso de rehabilitación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sharan D, Ajeesh PS, Rameshkumar R, Mathankumar M, Paulina RJ, Manjula M. Virtual reality based therapy for post operative rehabilitation of children with cerebral palsy. *Work* [Internet]. 2012;41 Suppl 1:3612–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3233/WOR-2012-0667-3612>
2. Snider L, Majnemer A, Darsaklis V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. *Dev Neurorehabil* [Internet]. 2010;13(2):120–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3109/17518420903357753>
3. Bryanton C, Bossé J, Brien M, McLean J, McCormick A, Sveistrup H. Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *Cyberpsychol Behav* [Internet]. 2006;9(2):123–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1089/cpb.2006.9.123>
4. Chang HJ, Ku KH, Park YS, Park JG, Cho ES, Seo JS, et al. Effects of virtual reality-based rehabilitation on upper extremity function among children with cerebral palsy. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2020;8(4):391. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare8040391>
5. El-Shamy SM PhD, PT, El-Banna MF PhD, PT. Effect of Wii training on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Physiother Theory Pract* [Internet]. 2020;36(1):38–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/09593985.2018.1479810>
6. Golomb MR, McDonald BC, Warden SJ, Yonkman J, Saykin AJ, Shirley B, et al. In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2010;91(1):1-8.e1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2009.08.153>
7. Tarakci E, Arman N, Tarakci D, Kasapcopur O. Leap Motion Controller-based training for upper extremity rehabilitation in children and adolescents with physical disabilities: A randomized controlled trial. *J Hand Ther* [Internet]. 2020;33(2):220-228.e1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jht.2019.03.012>
8. Zoccolillo L, Morelli D, Cincotti F, Muzzioli L, Gobbetti T, Paolucci S, et al. Videogame based therapy performed by children with cerebral palsy: a cross-over randomized controlled trial and a cross-sectional quantitative measure of physical activity. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2015;51(6):669–76.
9. Şahin S, Köse B, Aran OT, Bahadır Ağçe Z, Kayıhan H. The effects of virtual reality on motor functions and daily life activities in unilateral spastic cerebral palsy: A single-blind randomized controlled trial. *Games Health* [Internet]. 2020;9(1):45–52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1089/g4h.2019.0020>
10. Choi JY, Yi S-H, Shim D, Yoo B, Park ES, Rha D-W. Home-based virtual reality-enhanced upper limb training system in children with brain injury: a randomized controlled trial. *Front Pediatr* [Internet]. 2023;11:1131573. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fped.2023.1131573>
11. Saposnik G, Cohen LG, Mamdani M, Pooyania S, Ploughman M, Cheung D, et al. Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *Lancet Neurol*

- [Internet]. 2016;15(10):1019–27. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30121-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30121-1)
12. Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, Thorpe KE, Hall J, Cohen LG, et al. Effectiveness of Virtual Reality Exercises in STroke Rehabilitation (EVREST): rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the Wii gaming system. *Int J Stroke* [Internet]. 2010;5(1):47–51. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-4949.2009.00404.x>
  13. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle: A pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* [Internet]. 2010;41(7):1477–84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.584979>
  14. Sajan JE, John JA, Grace P, Sabu SS, Tharion G. Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: A pilot, randomized controlled trial. *Dev Neurorehabil* [Internet]. 2017;20(6):361–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/17518423.2016.1252970>
  15. Bhutta MF, H. K. Aural toilet (ear cleaning) for chronic suppurative otitis media. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020 1.
  16. Becerra Julio, J. R. La realidad virtual como herramienta en el. *Sociedad Venezolana de Farmacología Clínica y Terapéutica*, Venezuela.
  17. Álvarez, R. Revisión sobre la aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación vestibular. *Revista ORL*.
  18. Cesar Villalobos Samaniego, J. M. Métodos de evaluación del equilibrio estático y dinámico en niños de 8 a 12 años. *Universidad Autónoma de Chihuahua (México), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, 2020; 793.
  19. Marta A. Montalbána, O. A Rehabilitación mediante terapia de realidad virtual tras un accidente cerebrovascular: una revisión bibliográfica. *Revista Científica de la Sociedad Española de Enfermería Neurológica*.
  20. Merizalde, A. M. Aspectos básicos para el desarrollo de las habilidades motoras gruesas en niños de 5 años. *Revista Científica Multidisciplinaria de la Universidad Metropolitana de Ecuador*.
  21. Pico, H. V. Coordinación motora gruesa en niños de 7 a 12 años mediante la batería KTK. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*.
  22. Rodríguez, L. Sistema de rehabilitación mediante técnicas de realidad. *Revista ESPACIOS*.
  23. Sánchez Lastra, M. A., Varela, S., Cancela, J. M., & Ayán, C. (2019). Mejora de la coordinación en. *Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya*, 22-35
  24. le Game-Based Dual-Task Exercise Program for Children with Cerebral Palsy: Blending Balance, Visuomotor and Cognitive Training: Feasibility Randomized Control Trial. In: *Visuomotor and Cognitive Training: Feasibility Randomized Control Trial*.
  25. Liu C, Wang X, Chen R, Zhang J. The effects of virtual reality training on balance, gross motor function, and daily living ability in children with cerebral palsy: Systematic

- review and meta-analysis. *JMIR Serious Games* [Internet]. 2022;10(4):e38972. Available from: <http://dx.doi.org/10.2196/38972>
26. Elshafey MA, Abdrabo MS, Elnaggar RK. Effects of a core stability exercise program on balance and coordination in children with cerebellar ataxic cerebral palsy. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2022;22(2):172–8.
  27. Sherief AEAA, Abd ElAziz HG, Ali MS. Efficacy of two intervention approaches on functional walking capacity and balance in children with Duchene muscular dystrophy. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2021;21(3):343–50.
  28. Komariah M, Amirah S, Abdurrahman MF, Handimulya MFS, Platini H, Maulana S, et al. Effectivity of virtual reality to improve balance, motor function, activities of daily living, and upper limb function in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Ther Clin Risk Manag* [Internet]. 2024;20:95–109. Available from: <http://dx.doi.org/10.2147/TCRM.S432249>
  29. Jain PD, Nayak A, Karnad SD, Doctor KN. Gross motor dysfunction and balance impairments in children and adolescents with Down syndrome: a systematic review. *Clin Exp Pediatr* [Internet]. 2022;65(3):142–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.3345/cep.2021.00479>
  30. Nahla IM, El-Sayed SE, Ragaa A-EE, El Ghafar AEHAA. Mechanical vestibular stimulation versus traditional balance exercises in children with Down syndrome. *Afr Health Sci* [Internet]. 2022;22(1):377–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.4314/ahs.v22i1.46>
  31. Cavalcante Neto JL, Steenbergen B, Zamunér AR, Tudella E. Wii training versus non-Wii task-specific training on motor learning in children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. 2021;64(2):101390. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2020.03.013>
  32. Alhwoaimel NA, Alenazi AM, Alhowimel AS, Alqahtani BA, Alshehri MM. Effects of trunk exercises using virtual reality technology on trunk performance and impairment post stroke: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. 2024;31(4):399–408. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/10749357.2023.2261701>
  33. Chao T-C, Lin C-H, Lee M-S, Chang C-C, Lai C-Y, Huang C-Y, et al. The efficacy of early rehabilitation combined with virtual reality training in patients with first-time acute stroke: A randomized controlled trial. *Life (Basel)* [Internet]. 2024;14(7):847. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/life14070847>
  34. Jones RD. Virtual reality in post-stroke neurorehabilitation - a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. 2024;31(2):221. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/10749357.2023.2209362>
  35. Ventura S, Marchetti P, Baños R, Tessari A. Body ownership illusion through virtual reality as modulator variable for limbs rehabilitation after stroke: a systematic review. *Virtual Real*. 2023;27(3):2481–92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10055-023-00820-0>
  36. Bonnet CT, Delval A, Defebvre L. Parkinson’s disease-related impairments in body movement, coordination and postural control mechanisms when performing 80° lateral

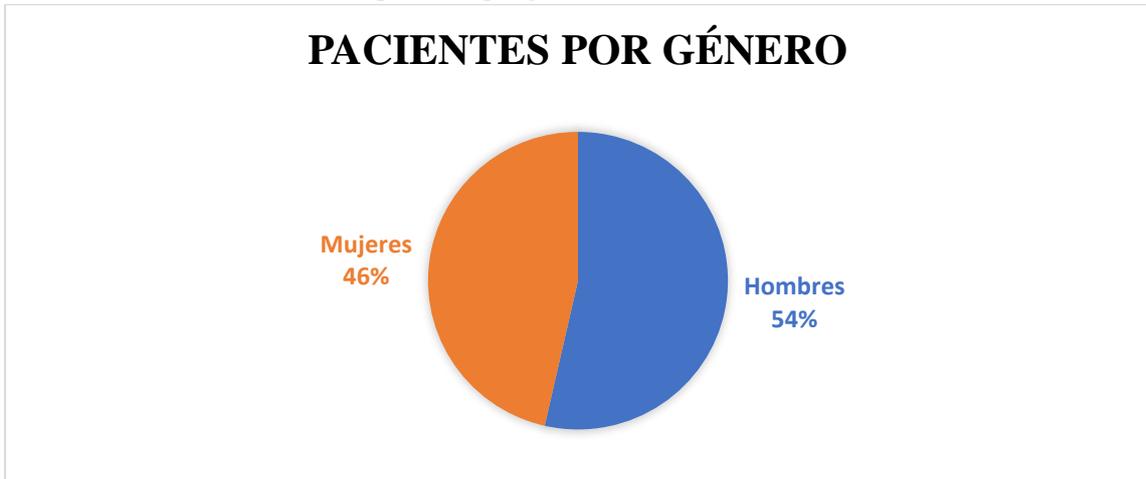
- gaze shifts. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* [Internet]. 2015;23(5):849–56. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/TNSRE.2014.2369455>
37. Divandari N, Bird M-L, Vakili M, Jaberzadeh S. The association between cognitive domains and postural balance among healthy older adults: A systematic review of literature and meta-analysis. *Curr Neurol Neurosci Rep* [Internet]. 2023;23(11):681–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11910-023-01305-y>
  38. Chan P-T, Chang W-C, Chiu H-L, Kao C-C, Liu D, Chu H, et al. Correction to: Effect of interactive cognitive-motor training on eye-hand coordination and cognitive function in older adults. *BMC Geriatr* [Internet]. 2021;21(1):194. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12877-021-02096-y>
  39. Chan P-T, Chang W-C, Chiu H-L, Kao C-C, Liu D, Chu H, et al. Effect of interactive cognitive-motor training on eye-hand coordination and cognitive function in older adults. *BMC Geriatr* [Internet]. 2019;19(1):27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12877-019-1029-y>
  40. Bergquist R, Weber M, Schwenk M, Ulseth S, Helbostad JL, Vereijken B, et al. Performance-based clinical tests of balance and muscle strength used in young seniors: a systematic literature review. *BMC Geriatr* [Internet]. 2019;19(1):9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12877-018-1011-0>
  41. Kalron A, Fonkatz I, Frid L, Baransi H, Achiron A. The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2016;13(1):13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-016-0124-y>
  42. Association of Dance-Based Mind-Motor Activities With Falls and Physical Function Among Healthy Older Adults.
  43. Ferreira Dos Santos L, Christ O, Mate K, Schmidt H, Krüger J, Dohle C. Movement visualisation in virtual reality rehabilitation of the lower limb: a systematic review. *Biomed Eng Online* [Internet]. 2016;15(Suppl 3):144. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12938-016-0289-4>
  44. Liu W, Zeng N, McDonough DJ, Gao Z. Effect of active video games on healthy children’s fundamental motor skills and physical fitness: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020;17(21):8264. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17218264>
  45. Sremakaew M, Jull G, Treleaven J, Barbero M, Falla D, Uthairakul S. Effects of local treatment with and without sensorimotor and balance exercise in individuals with neck pain: protocol for a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2018;19(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-018-1964-3>
  46. Fong SSM, Guo X, Liu KPY, Ki WY, Louie LHT, Chung RCK, et al. Task-specific balance training improves the sensory organisation of balance control in children with developmental coordination disorder: A randomised controlled trial. *Sci Rep* [Internet]. 2016;6(1):20945. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/srep20945>
  47. Gómez Álvarez N, Venegas Mortecinos A, Zapata Rodríguez V, López Fontanilla M, Maudier Vásquez M, Pavez-Adasme G, et al. Effect of an intervention based on virtual reality on motor development and postural control in children with Down Syndrome.

- Rev Chil Pediatr [Internet]. 2018;89(6):747–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062018005001202>
48. Fong SSM, Guo X, Cheng YTY, Liu KPY, Tsang WWN, Yam TTT, et al. A novel balance training program for children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2016;95(16):e3492. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000003492>
  49. Smith-Ray RL, Makowski-Woidan B, Hughes SL. A randomized trial to measure the impact of a community-based cognitive training intervention on balance and gait in cognitively intact Black older adults. *Health Educ Behav* [Internet]. 2014;41(1 Suppl):62S-9S. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/1090198114537068>
  50. Sansare A, Zampieri C, Alter K, Stanley C, Farhat N, Keener LA, et al. Gait, balance, and coordination impairments in Niemann pick disease, type C1. *J Child Neurol* [Internet]. 2018;33(1):114–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/0883073817741054>
  51. Bahureksa L, Najafi B, Saleh A, Sabbagh M, Coon D, Mohler MJ, et al. The impact of mild cognitive impairment on gait and balance: A systematic review and meta-analysis of studies using instrumented assessment. *Gerontology* [Internet]. 2017;63(1):67–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.1159/000445831>
  52. Emg K. Responses to Unexpected Slips After Slip Training in Virtual Reality.
  53. Fritz NE, Cheek FM, Nichols-Larsen DS. Motor-cognitive dual-task training in persons with neurologic disorders: A systematic review: A systematic review. *J Neurol Phys Ther* [Internet]. 2015;39(3):142–53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/NPT.0000000000000090>
  54. Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Walking Speed, Functional Strength, and Balance in Older Adults: A Randomized, DoubleBlind Controlled Trial. DoubleBlind Controlled Trial;
  55. Banwell HA, Tsiros M, Coventry J, Ryan N, Williams CM. Textured insoles may improve some gross motor balance measures but not endurance measures in children with motor coordination issues. A randomised controlled feasibility trial. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2024;17(3):e12036. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/jfa2.12036>
  56. Gurpinar B, Kara B, Idiman E. Effects of aquatic exercises on postural control and hand function in Multiple Sclerosis: Halliwick versus Aquatic Plyometric Exercises: a randomised trial. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2020;20(2):249–55.
  57. Schwenk M, Grewal GS, Holloway D, Muchna A, Garland L, Najafi B. Interactive sensor-based balance training in older cancer patients with chemotherapy-induced peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. *Gerontology* [Internet]. 2016;62(5):553–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1159/000442253>
  58. Choi, JY, Yi, S.-H., Ao, L., Tang, X., Xu, X., Shim, D., Yoo, B., Park, ES y Rha, D.-W. (2021). Rehabilitaci3n con realidad virtual en ni1os con lesi3n cerebral: un ensayo controlado aleatorizado. *Medicina del desarrollo y neurología infantil*, 63 (4), 2021; 480–487. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14762>

59. Jha, KK, Karunanithi, GB, Sahana, A. y Karthikbabu, S. Ensayo aleatorizado de juegos de realidad virtual y fisioterapia sobre el equilibrio, el rendimiento motor grueso y las funciones diarias entre niños con parálisis cerebral espástica bilateral. *Somatosensory & Motor Research*, 38 (2), 117–126. <https://doi.org/10.1080/08990220.2021.1876016>

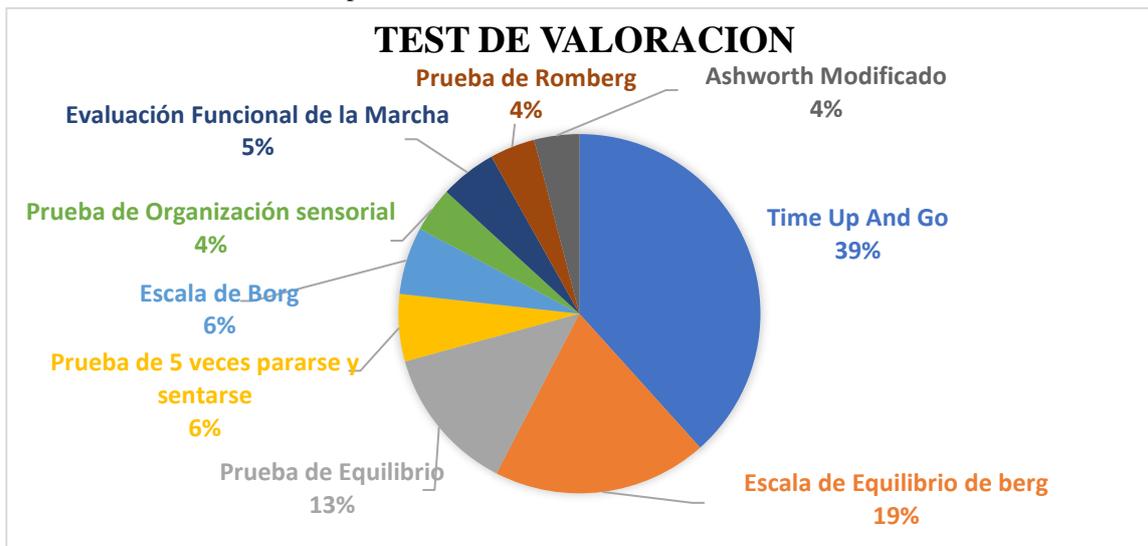
## ANEXOS

Gráfico 2 Análisis de artículos de pacientes por genero



**Interpretación:** Del total de los artículos utilizados en esta investigación clasificamos en hombres y mujeres, tenemos como resultado de los participantes 639 hombres y 554 mujeres.

Gráfico 3 Análisis de artículos por test de valoración.



**Interpretación:** Los artículos que se utilizó para este trabajo de investigación realizaron test de valoración dando como resultado 4 con el test de Ashworth Modificada, 4 con la prueba de Romberg, 5 con el test de evaluación funcional de la marcha, 4 con la prueba de organización sensorial, 6 con la escala de Borg, 6 con la prueba de 5 veces pararse y sentarse, 13 con la prueba de equilibrio, 19 con la escala de equilibrio de Berg, 12 con el test Time Up and Go (TUG)

**Gráfico 4** Análisis de artículos en base a los resultados obtenidos.



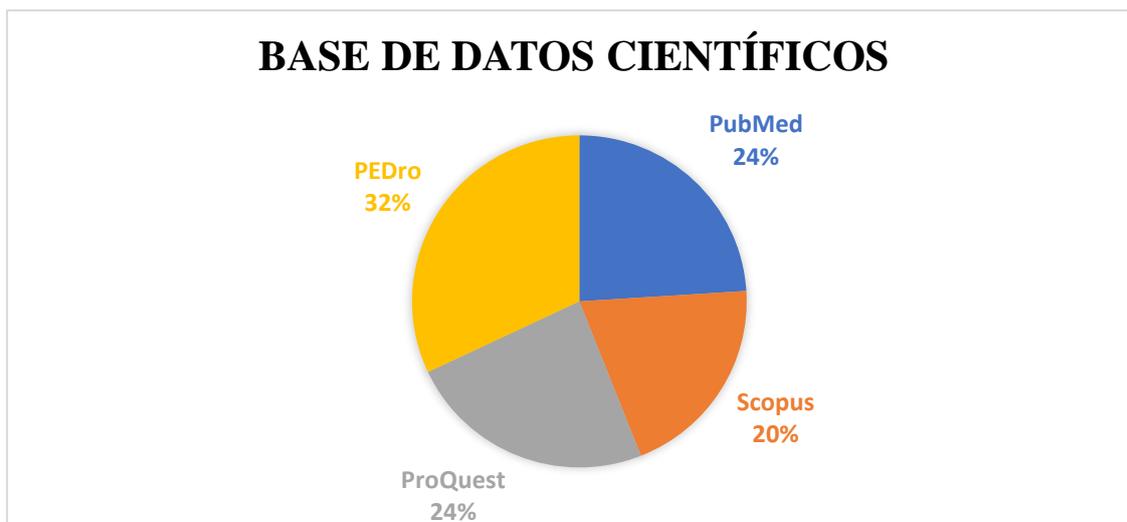
**Interpretación:** los artículos que fueron utilizados nos dan como resultado que 2 artículos indican que la fisioterapia es mejor que la realidad virtual, 10 artículos indican que la realidad virtual combinada con fisioterapia es mejor que la terapia convencional, 13 artículos indican que la realidad virtual es mejor que la fisioterapia.

**Gráfico 5** Análisis de artículos por año de publicación.



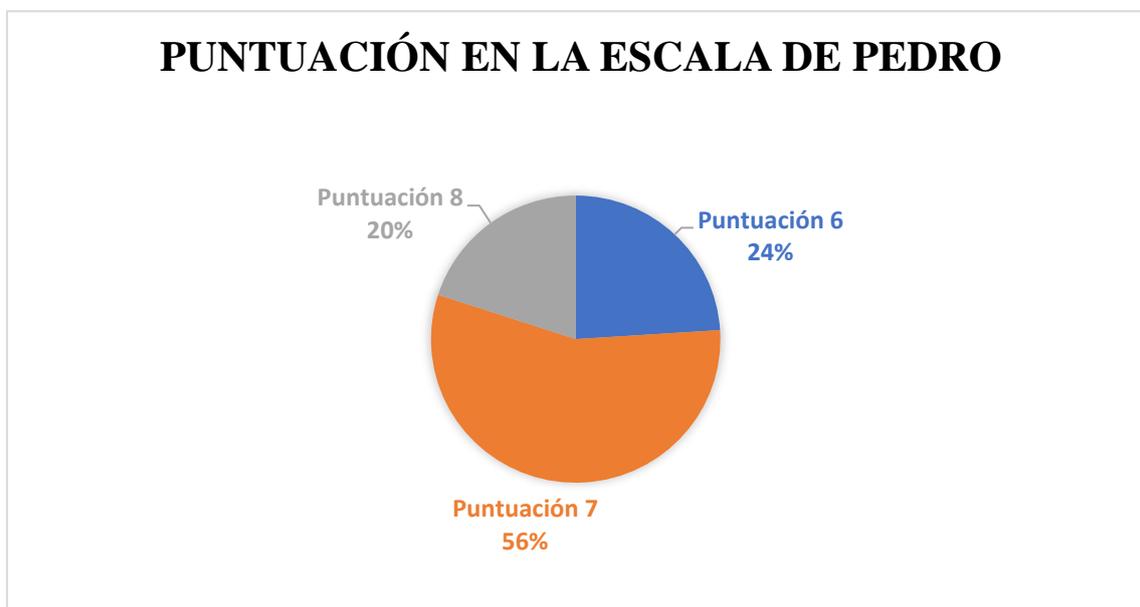
**Interpretación:** Los artículos de validez para este trabajo cumplieron con el rango de tiempo establecido. Teniendo en cuenta lo siguiente, se encontraron 1 artículo del 2015, 5 artículos del 2016, 5 artículos del 2019, 1 artículo de 2020, 6 artículos del 2021, 3 artículos del 2022, 3 artículos del 2023 y 1 artículo del 2024.

**Gráfico 6** Análisis de artículos por base de datos científicos.



**Interpretación:** Del total de los artículos a utilizar en la investigación, 25 se encuentran dentro de los criterios de inclusión del presente trabajo y fueron encontrados en bases de datos científicas y académicas de gran aceptación y validez investigativa. Por lo cual, 5 artículos pertenecen a Scopus, 6 pertenecen a PubMed, 6 pertenecen a ProQuest y 8 pertenecen a PEDro.

**Gráfico 7** Análisis de resultados por calificación en la escala de PEDro.



**Interpretación:** Todos los artículos utilizados en el análisis 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 mayores a 6 para su uso en el presente informe final. Es así, que se puntuó con 6 puntos (6 artículos), 7 puntos (14 artículos) y 8 puntos (5 artículos).

**Gráfico 8** Escala de PEDro en español.

**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.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

**Fuente.** Physiotherapy Evidence Database.