

**Wilson Paúl Avila Vanegas**

Tecnologias Imersivas e Intervenções Cognitivas na Prática Nacional Portuguesa



Universidade do Algarve

Faculdade de Ciências Humanas e Sociais

2024

**Wilson Paúl Ávila Vanegas**

Tecnologías Inmersivas e Intervenciones Cognitivas, en la Práctica Nacional Portuguesa

Mestrado em Neurociências Cognitivas e Neuropsicologia

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Doutor Luis Faisca



Universidade do Algarve

Facultade de Ciências Humanas e Sociais

2024

# **Tecnologías Inmersivas e Intervenciones Cognitivas, en la Práctica Nacional Portuguesa**

## **Declaração da autoria de trabalho**

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Assinatura,

---

Wilson Paúl Ávila Vanegas

Copyright © *Wilson Paúl Ávila Vanegas*

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos.

## Resumen

La incorporación de Tecnologías Inmersivas (TI) en neuropsicología representa un avance significativo en el tratamiento y la rehabilitación. Estas tecnologías ofrecen posibilidades innovadoras para crear entornos simulados y personalizables. Este enfoque permite una rehabilitación y entrenamiento más precisos y adaptativos de las habilidades cognitivas, potencialmente mejorando la eficacia de las intervenciones neuropsicológicas. Además, la capacidad de las TI para generar experiencias atractivas y motivadoras abre nuevas vías para aumentar el compromiso y la participación de los pacientes en sus procesos terapéuticos. Estos aspectos subrayan la relevancia de explorar y entender el impacto de las TI en la práctica neuropsicológica contemporánea.

En el presente estudio se examina la aplicación y eficiencia de las TI en el ámbito de la neuropsicología. Los objetivos incluyen evaluar la eficiencia de las TI en prácticas neuropsicológicas, comprender la brecha existente entre la evidencia científica y la práctica clínica en Portugal, así como también proponer mejoras basadas en los hallazgos.

La metodología integra una revisión sistemática de la literatura con un metaanálisis, y encuestas a instituciones portuguesas que utilizan TI. Los resultados indican un impacto positivo de las TI en la rehabilitación y el entrenamiento cognitivo, pero también revelan desafíos en la implementación, como costos y necesidad de capacitación especializada.

Las conclusiones subrayan que las TI aportan mejoras significativas en comparación con los métodos tradicionales. Sin embargo, se destaca la necesidad de una integración más efectiva y personalizada de estas tecnologías en la práctica neuropsicológica. Entre las limitaciones del estudio, se mencionan la variabilidad en los resultados entre diferentes investigaciones y la

necesidad de un mayor consenso en la literatura científica. Este estudio destaca la relevancia y el potencial de las TI en el campo de la neuropsicología, a la vez que señala las áreas que requieren atención para su mejor implementación en el contexto portugués.

**Palabras clave:** Técnicas Inmersivas, estimulación, evaluación, rehabilitación, neuropsicológica, procesos cognitivos.

## **Abstract**

The integration of Immersive Technologies (IT) in neuropsychology signifies a notable advancement in treatment and rehabilitation. These technologies bring forth innovative means to create simulated and customizable environments. Such an approach facilitates more precise and adaptive rehabilitation and training of cognitive skills, potentially enhancing the effectiveness of neuropsychological interventions. Additionally, the capacity of IT to generate engaging and motivating experiences opens up new opportunities for increasing patient commitment and participation in therapeutic processes. These aspects underscore the importance of exploring and understanding the impact of IT in modern neuropsychological practice.

The current study investigates the application and efficiency of IT in neuropsychology. Objectives encompass evaluating the efficiency of IT in neuropsychological practices, understanding the gap between scientific evidence and clinical practice in Portugal, and proposing improvements based on the findings.

The methodology combines a systematic literature review with a meta-analysis and surveys of Portuguese institutions using IT. Results show a positive impact of IT on rehabilitation and cognitive training, yet also highlight implementation challenges, such as costs and the need for specialized training.

Conclusions point out that IT brings substantial improvements over traditional methods. However, the need for more effective and personalized integration of these technologies in neuropsychological practice is emphasized. Among the study's limitations, the variability in results across different studies and the need for more consensus in the scientific literature are

noted. This study accentuates the significance and potential of IT in neuropsychology while identifying areas needing attention for better implementation in the Portuguese context.

**Keywords:** *Immersive techniques, stimulation, assessment, rehabilitation, neuropsychological, cognitive processes.*

## Índice General

Resumen.....	i
Abstract.....	iii
Índice General.....	v
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
Lista de Abreviaturas.....	ix
1 Introducción.....	1
1.1 Tecnologías inmersivas.....	2
1.1.1 Realidad Virtual.....	3
1.1.2 Realidad Aumentada.....	5
1.1.3 Realidad Mixta.....	6
1.2 Estimulación y rehabilitación cognitiva.....	7
2 Metodología.....	14
2.1 Etapa 1 Revisión Sistemática y Metaanálisis.....	14
2.1.1 Estrategia de Búsqueda, selección de artículos y extracción de datos.....	15
2.1.2 Criterios de inclusión y exclusión.....	15
2.1.3 Selección de artículos y extracción de datos.....	16
2.1.4 Riesgo de sesgo.....	16
2.1.5 Análisis estadístico.....	17
2.2 Etapa 2 Cuestionario Entidades Nacionales.....	19
2.2.1 Planificación inicial.....	19
2.2.2 Diseño del cuestionario.....	19
2.2.3 Consideraciones éticas.....	20
2.2.4 Recolección de datos.....	21
2.2.5 Análisis de datos.....	21
3. Presentación de Resultados.....	22
3.1. Revisión sistemática y metaanálisis.....	22
3.1.1. Resultados de la búsqueda.....	22
3.1.2. Características de los estudios incluidos.....	23

3.1.3 Riesgo de sesgo .....	37
3.1.4 Metaanálisis .....	39
3.2 Resultado, encuestas a entidades nacionales .....	51
4 Discusión.....	59
5. Recomendaciones para mejorar las intervenciones cognitivas en la práctica clínica .....	62
6. Recomendaciones Generales .....	63
7. Limitaciones.....	64
Bibliografía .....	65
Anexos .....	73
Anexo 1 Encuestas entidades nacionales .....	73

## Índice de Tablas

Tabla 2.1 <i>Niveles de Riesgo de Sesgo, basado en (Higgins et al., 2019b, p. 220)</i> .....	17
Tabla 3.1 <i>Caracterización de los estudios incluidos (n=26)</i> .....	26
Tabla 3.2 <i>Caracterización de los grupos de intervención de los estudios incluidos (n=26)</i> .....	29
Tabla 3.3 <i>Caracterización de las técnicas utilizadas en intervención y sus principales resultados (n=26)</i> .....	32
Tabla 3.4 <i>Resumen de Riesgo de Sesgo, basado en (Higgins et al., 2019, p. 212-215)</i> .....	37

## Índice de Figuras

Figura 1.1 <i>Representación de continuo de virtualidad tomado de A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, (Milgram &amp; Kishino, 1994)</i> .....	6
Figura 3.1 <i>Diagrama de flujo de la revisión sistemática PRISMA (basado en Page et al., 2021)</i> 23	
Figura 3.2 <i>Metaanálisis Mini-Mental State Examination (MMSE)</i> .....	39
Figura 3.3 <i>Montreal Cognitive Assessment (MoCA)</i> .....	40
Figura 3.4 <i>Atención</i> .....	41
Figura 3.5 <i>Memoria de Trabajo</i> .....	42
Figura 3.6 <i>Habilidades Visuoespaciales</i> .....	43
Figura 3.7 <i>Velocidad de procesamiento</i> .....	44
Figura 3.8 <i>Lenguaje</i> .....	45
Figura 3.9 <i>Memoria</i> .....	45
Figura 3.10 <i>Memoria a corto plazo</i> .....	46
Figura 3.11 <i>Memoria a largo plazo</i> .....	47
Figura 3.12 <i>Funciones Ejecutivas (Fluidez Semántica)</i> .....	48
Figura 3.13 <i>Funciones Ejecutivas (Inhibición)</i> .....	49
Figura 3.14 <i>Funciones Ejecutivas (Flexibilidad Cognitiva)</i> .....	49
Figura 3.15 <i>Instituciones participantes</i> .....	51
Figura 3.16 <i>Dominio 1 Uso de Tecnologías Inmersivas, parte 1</i> .....	52
Figura 3.17 <i>Dominio 1 Uso de Tecnologías Inmersivas, parte 2</i> .....	53
Figura 3.18 <i>Dominio 2 Resultados de las intervenciones aplicadas con TI</i> .....	54
Figura 3.19 <i>Dominio 3 Implementación y barreras en Tecnologías Inmersivas</i> .....	55
Figura 3.20 <i>Dominio 4 Formación Académica y Profesional en TI</i> .....	56
Figura 3.21 <i>Dominio 5 Resultados de las intervenciones aplicadas con TI</i> .....	57

## Lista de Abreviaturas

ACV	Accidente Cerebrovascular
CASI	Cognitive Assessment Screening Instrument
DOTCA CH	Dynamic Occupational Therapy Cognitive Assessment for Children
DCL	Deterioro Cognitivo Leve
DM	Diferencia de Medias
DME	Diferencia de Medias Estandarizadas
DST	Digit Span Test
EFPT-K	Executive Function Performance Test Korean
ECA	Ensayo controlado Aleatorio
FAB	Frontal Assessment Battery
FCR	Figura Compleja de Rey
GC	Grupo Control
GDS15	Geriatric Depression Scale
GE	Grupo Experimental
HMD	Head Mounted Display
IC	Intervalo de Confianza
LOTCA G	Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment
MMSE	Mini-Mental State Examination
MOCA	Montreal Cognitive Assessment
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses
RA	Realidad Aumentada

RM	Realidad Mixta
RSL	Revisión Sistemática de la Literatura
RV	Realidad Virtual
SVLT	Seul Verbal Learning Test
TI	Tecnologías inmersivas
TMT	Trail Making Test
TL-D	Tower of London
WAIS	Wechsler Adult Intelligence Scale III
WHOQoL	World Health Organization quality
WMS	Wechsler Memory Scale-III

## **1 Introducción**

En los últimos años, hemos sido testigos de avances extraordinarios en el campo de las Tecnologías Inmersivas (TI) aplicadas a las prácticas neuropsicológicas. Estas tecnologías, que abarcan la Realidad Virtual (RV), la Realidad Aumentada (RA), y la Realidad Mixta (RM), han experimentado un rápido crecimiento y transformado radicalmente nuestra interacción con el mundo digital y físico (Sabry, 2022). En el ámbito de la neuropsicología, no han sido la excepción, ya que han abierto un horizonte de posibilidades sin precedentes para la intervención cognitiva (Smith et al., 2020).

La RV, por ejemplo, ha permitido la creación de entornos virtuales altamente inmersivos que pueden simular situaciones de la vida real, facilitando la evaluación y la intervención en procesos cognitivos complejos (Brown et al., 2022). La RA, por su parte, ha enriquecido la terapia neuropsicológica al superponer elementos digitales en el entorno real de los pacientes, lo que ha mejorado la interacción y la comprensión de tareas terapéuticas (Gómez-García et al., 2018). La RM ha llevado la integración de lo virtual y lo real a un nivel superior, ofreciendo experiencias híbridas que pueden adaptarse a las necesidades de los pacientes (Qi et al., 2021).

Este estudio se centra en la evaluación de la eficacia de los métodos de TI en el ámbito de las prácticas neuropsicológicas aplicadas a los procesos cognitivos, específicamente en el contexto de la práctica clínica en Portugal. El objetivo general de esta investigación es evaluar la eficiencia y el desfase entre la evidencia científica y la práctica nacional en el uso de TI para la estimulación y rehabilitación cognitiva, con el fin de proponer recomendaciones para mejorar la práctica clínica en este ámbito.

Los objetivos específicos de esta investigación se dividen en tres componentes principales. En primer lugar, se busca comprender la eficiencia de los métodos de TI en las

prácticas neuropsicológicas aplicadas a los procesos cognitivos (Objetivo I). En segundo lugar, se investiga una posible brecha entre la evidencia científica y la práctica nacional en Portugal, analizando aspectos como las tecnologías utilizadas, los equipos, los procesos cognitivos abordados y las poblaciones atendidas, información que se obtuvo por medio de una encuesta realizada a las instituciones portuguesas que han implementado las TI como técnica neuropsicológica (Objetivo II). Esta investigación se basa en la combinación de estas encuestas y una revisión de la literatura para abordar estos objetivos, de la mano del metaanálisis. Finalmente, el tercer objetivo es proponer potenciales recomendaciones para la práctica en entrenamiento, rehabilitación e intervención cognitiva basada en metodologías inmersivas, aprovechando los resultados obtenidos en los objetivos anteriores (Objetivo III).

### **1.1 Tecnologías inmersivas.**

Las TI se definen como un conjunto de tecnologías que sumergen a los usuarios en entornos virtuales o aumentados, ofreciendo experiencias sensoriales inmersivas (Nussipova et al., 2019). Estas tecnologías se materializan a través de dispositivos como cascos de RV, gafas de RA y controladores de movimiento (*haptics*), los cuales facilitan la interacción en mundos virtuales. Su aplicación abarca diversos campos, como la formación, el entrenamiento, la visualización de datos, el aprendizaje, la salud, la optimización de la productividad laboral entre otras.

Este enfoque tecnológico engloba la RV, RA y RM, con el objetivo de generar inmersión en entornos simulados. Para lograrlo, se utilizan dispositivos como auriculares, gafas y pantallas, diseñados para proporcionar al usuario experiencias envolventes. La meta principal es crear la ilusión de que los usuarios están presentes en un entorno virtual (Gonçalves et al., 2021).

Estas tecnologías permiten la plena inmersión en entornos virtuales o aumentados, ofreciendo una experiencia sensorial realista y completa. La RV crea un mundo virtual que los usuarios pueden explorar y manipular, mientras que la RA superpone elementos virtuales en el mundo real. Por otro lado, la RM fusiona elementos de ambas tecnologías, permitiendo la interacción con objetos virtuales en un entorno real (Roldán et al., 2019)

### ***1.1.1 Realidad Virtual***

La RV es una tecnología novedosa que permite a quienes la usan integrarse en entornos virtuales generados por computadora utilizando dispositivos como cascos montados en la cabeza (*Head-Mounted-Display HMD*) o gafas de RV (Xinxing, 2012). Esta experiencia se mejora usando gráficos en 3D, sonido envolvente y seguimiento de movimientos, lo que crea un nivel de inmersión excepcional (Carbonell & Silva-Ortega, 2020). Los sensores de movimiento registran los movimientos de la cabeza del usuario, lo que permite una interacción natural con el entorno virtual (Sherman & Craig, 2018).

Además de su uso en juegos y simulaciones de entrenamiento, la RV tiene aplicaciones en áreas como el diseño de productos y la terapia psicológica (Sabry, 2022). La RV sobresale por la capacidad para representar elementos que pueden ser percibidos por los sentidos y a su vez permitir una interacción en tiempo real, gracias a dispositivos como los auriculares de RV o los guantes especializados. Es decir la RV tiene un impacto significativo en la forma en que las personas interactúan con el mundo digital y físico, lo que se refleja en su creciente importancia (Harz et al., 2022; Rubio et al., 2004).

En cuanto al funcionamiento cerebral, se ha observado que el cerebro procesa tanto las experiencias del mundo real como las del mundo virtual de manera similar, utilizando los sentidos como herramientas fundamentales en este proceso (Smith et al., 2020). Es así que ha

manera de un mapa mental nuestro cerebro cuando explora un nuevo ambiente, activa diferentes áreas del hipocampo permitiendo que se registre la disposición y movimiento de los objetos de nuestro entorno (Brown et al., 2022). En el mundo virtual, este proceso se basa principalmente en información generada digitalmente.

Las tecnologías de RV centraron la calidad de las imágenes al saber que el sentido de la visión es clave en la manera en la percibimos el mundo, ya que una parte considerable del cerebro se ocupa del procesamiento de los estímulos visuales (Aminov et al., 2018). Sin embargo, para lograr una experiencia más auténtica para el usuario, es necesario proporcionar información adicional, ya que el cerebro combina esta información para construir la percepción de la realidad (Green et al., 2021). Los desarrolladores de RV han reconocido la importancia de utilizar múltiples estímulos sensoriales para maximizar las sensaciones del usuario en un entorno virtual específico para garantizar que la experiencia virtual sea lo más parecida a una experiencia del mundo real. (Qi et al., 2021).

No se puede dejar de lado la importancia de los otros sentidos en el contexto de la RV, ya que el integrar todos los ellos a la experiencia aumenta la calidad de la inmersión, de esta forma el usuario puede sumergirse plenamente en el entorno virtual, lo que implica la capacidad de interactuar de forma autónoma y estar atento tanto a sus propias acciones como a las respuestas generadas en ese entorno (Chen et al., 2019).

La RV se utiliza cada vez más en el sector de la salud en diferentes aplicaciones. Por ejemplo, se emplea para la formación y práctica de profesionales en un entorno controlado, lo que les ayuda a mejorar sus habilidades y toma de decisiones. Además, la RV se usa en la intervenciones cognitivas, estimulación, terapias, rehabilitación así como en tratamientos relacionados con la salud mental de las personas (Lian, 2022).

### ***1.1.2 Realidad Aumentada***

En el mundo actual y con el creciente aumento y mejoría las tecnologías móviles, es posible que, a través de la cámara de nuestro teléfono celular, podamos ver imágenes que se incorporan en el mundo real tales como filtros o juegos que incorporan escenarios reales e imágenes creadas de manera digital. La tecnología de RA es la que nos permite disfrutar de estos entretenimientos, y consiste precisamente en la sobreposición de información digital sobre el mundo real, utilizando dispositivos como smartphones, *tablets* o gafas especiales, la información que utiliza puede ser visual, auditiva o táctil, y se integra de forma armoniosa con los entornos reales, para mejorar la experiencia del usuario (Pallavicini et al., 2016)

A diferencia de la RV, donde el beneficiario está totalmente inmerso en un ambiente generado por computadora, la RA se centra en incorporar capas de información virtual que deben encontrarse alineadas con precisión con una representación visual del medio real. Este perspectiva busca conseguir una integración fluida y congruente entre elementos virtuales y objetos percibidos en el universo existente, evitando que los elementos virtuales aparezcan aislados o descontextualizados (González et al., 2013).

La RA aborda eficazmente algunas limitaciones de la RV. Por ejemplo, en la RA se crea digitalmente un objeto en lugar de un entorno completo, lo que reduce significativamente el tiempo y los recursos necesarios para su desarrollo, además, los objetos en RA suelen ser más simples que los entornos completos de RV, lo que permite la creación de objetos altamente realistas mediante técnicas de arte digital, fotografía digital o una combinación de ambas, otra ventaja es que los objetos en RA al incorporarse con el entorno natural del usuario, ofrece versatilidad en términos de contextos y situaciones, lo que da paso a una personalización para cada usuario (Vinci et al., 2020).

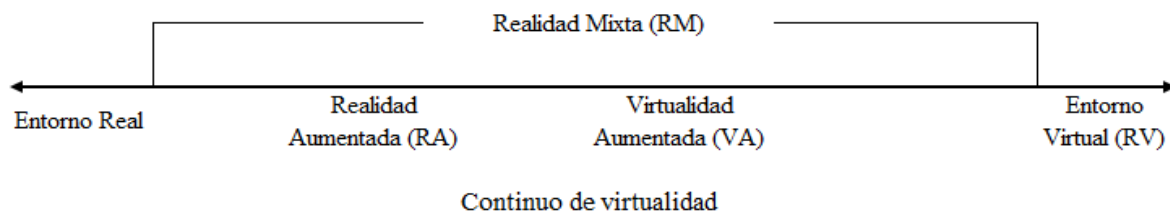
En cuanto a las aplicaciones con RV se utiliza en el área de la sanidad para educar y perfeccionar al personal sanitario, ofreciendo a los profesionales una experiencia diferente y realista en procedimientos complejos, que pueden mejorar la tasa de éxito en la aplicación final a los seres humanos de un procedimiento médico (Barsom et al., 2016), se emplea también durante la intervención quirúrgica, donde los cirujanos pueden incorporar imágenes médicas en tiempo real, durante los procedimientos, lo que mejora la precisión y los resultados de la cirugía (Pratt et al., 2018), otro ejemplo de aplicación es como una herramienta terapéutica eficaz para rehabilitar trastornos psicológicos, como la ansiedad o las fobias, en donde ha demostrado resultados prometedores en la reducción de los comportamientos evasivos y de los síntomas de ansiedad y estrés (Chicchi Giglioli et al., 2015; Pallavicini et al., 2016). La RA tiene un extenso abanico de aplicaciones en la industria de la salud.

### ***1.1.3 Realidad Mixta***

La RM tiene por objetivo generar un entorno interactivo en donde los entornos virtuales y reales coexistan, esta tecnología fusiona aspectos de la RV y de la RA para crear diversos objetos virtuales que permitan la coexistencia e interacción de entornos virtuales y reales (Aruanno & Garzotto, 2019). Los pioneros en definir la RM fueron Milgram & Kishino (1994), quienes introdujeron el concepto de un continuo de virtualidad para clasificar las tecnologías de realidad extendida, en base a una escala en donde la RA se sitúa en el extremo que está más próximo al mundo real, a continuación se encuentra la RM y, en la parte más distante la realidad se encuentra la RV, tal como se muestra en la figura 1.1.

### **Figura 1.1**

*Representación de continuo de virtualidad tomado de A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, (Milgram & Kishino, 1994)*



Las gafas *HoloLens II* de *Microsoft* son un ejemplo actual de tecnología de RM, ya que permiten la interacción simultánea entre objetos virtuales y reales, estos dispositivos utilizan el entorno real como referencia para simular objetos virtuales, que sean completamente realistas y que permitan la interacción tanto entre el usuario y el objeto digital o viceversa, creando un estado de inmersión superior a los que ofrece la RV y la RA, eliminando así la necesidad de crear entornos virtuales completos (Navarro et al., 2018).

## 1.2 Estimulación y rehabilitación cognitiva

Dentro de las intervenciones neuropsicológicas encontramos la estimulación y rehabilitación cognitiva que tienen como objetivo aumentar o mejorar las funciones cerebrales y la calidad de vida, tanto de personas sin afecciones de salud como de personas que se han visto afectadas por alguna lesión cerebral o tienen algún diagnóstico neurológico (Espert Tortajada & Villalba, 2014).

Se entiende como estimulación cognitiva a un conjunto de actividades que se centran en el refuerzo del funcionamiento cognitivo y social, con el objetivo de prevenir, mantener, ralentizar u optimizar el buen estado cognitivo (Bahar-Fuchs et al., 2013; Clare et al., 2003). Estos objetivos tienen base en el aprendizaje neurobiológico o plasticidad cerebral, con la capacidad de adaptabilidad del cerebro cuando existe un daño o reserva cognitiva, y con la neurogénesis que es el proceso de migración o sobrevivencia de las neuronas (Espert Tortajada & Villalba, 2014; Sampedro-Piquero et al., 2019).

En cuanto a la rehabilitación cognitiva, que es un enfoque individualizado, que considera factores que influyen en los problemas y buscan mejoras en la ejecución de actividades cotidianas en ámbitos como la educación, la vida social y el tiempo libre, que se centra en las necesidades de una persona específicamente y, que tiene como objetivo mantener o mejorar las capacidades cognitivas (Marrón et al., 2011).

La incorporación de TI, como la RV, RA y RM en las intervenciones neuropsicológicas, especialmente en la estimulación y rehabilitación cognitiva, ha generado un cambio paradigmático en la atención de trastornos neurológicos, estas tecnologías brindan oportunidades para personalizar tratamientos, aumentar la motivación y participación de los pacientes y proporcionar un seguimiento detallado y preciso del progreso terapéutico (Dias et al., 2019). La RV, RA y RM han demostrado ser herramientas eficaces en la mejora de habilidades cognitivas y comunicativas en un espectro amplio de trastornos (Cao et al., 2021; Kim et al., 2019; Yan et al., 2022), incluyendo accidentes cerebrovasculares, deterioro cognitivo, enfermedad de Alzheimer, demencias y parálisis cerebral.

En un estudio experimental aleatorio realizado por Liao et al., 2019 en ancianos con deterioro cognitivo leve, se utilizó RV inmersiva como técnica de entrenamiento y rehabilitación cognitiva, en sesiones de 60 minutos, tres veces por semana, durante 12 semanas. Sus herramientas fueron gafas de RV, controladores motores en las manos y software de juegos, unos de elaboración propia y otros derivados de “*Job Simulator*” de *Owlchemy Labs*. El *software* de juegos estaba inspirado en situaciones cotidianas que permitían entrenar las actividades de la vida diaria, como, por ejemplo, los participantes interactuaban en un escenario virtual de transporte rápido masivo, donde debían orientarse en una estación, manejando elementos como puertas, máquinas expendedoras de boletos y cajeros automáticos. Además, se incluyeron otros

juegos como el de búsqueda de tiendas, donde los participantes debían localizar una tienda en un mapa virtual, y el juego del chef de cocina, donde se les desafiaba a preparar platos en una cocina virtual. Estas tareas, aunque simuladas, estaban diseñadas para reflejar actividades reales y relevantes, proporcionando un contexto significativo y práctico para el entrenamiento cognitivo de las funciones ejecutivas, atención, orientación y memoria de trabajo.

En otro estudio controlado aleatorio donde se utilizó las TI como herramienta de rehabilitación de la función cognitiva después de una lesión cerebral traumática, realizado por De Luca et al., 2019, utilizó el sistema *BTs-Nirvana* desarrollado por la empresa *BTS Bioengineering*, que es un sistema de terapia semiinmersiva de rehabilitación motora y cognitiva que ofrece escenarios virtuales interactivos y estímulos audiovisuales con el objetivo de rehabilitar las habilidades atenciones, visoespaciales y funciones ejecutivas. Las sesiones de rehabilitación tenían una duración de 60 minutos con una frecuencia de 3 veces por semana durante 8 semanas, en donde los pacientes realizaban ejercicios de secuencias ideomotoras, cálculo, control inhibitorio entre otras, en diferentes escenarios virtuales que les permitían manipular objetos específicos en diferentes direcciones o crear asociaciones específicas, los movimientos eran retroalimentados por audio y video y existían diferentes niveles de dificultad, los cuales aumentaban el número de distractores y reducían el tiempo de ejecución.

Un ensayo controlado aleatorio de Aran et al., 2020 donde se empleó TI para estimular las funciones cognitivas de niños con parálisis cerebral hemipléjica, en intervenciones de 45 minutos, dos veces por semana durante 2 meses y medio; se utilizó cuatro juegos virtuales inmersivos comercializados por la empresa *Microsoft Kinect*, el primero era *Jet Run* que consistía en juego de carreras que era controlado por el paciente y se encargaba de estimular áreas como procesamiento visoespacial, praxis, percepción, tiempo de reacción y orientación

espacial; el segundo era *Boxing Trainer* un juego de boxeo que consistía en que el paciente golpee virtualmente una almohadilla en diferentes sitios de la pantalla, permitía estimular habilidades de procesamiento visual, tiempo de reacción, praxis, percepción contralateral y gestión cognitiva del tiempo; el tercero era *Air Challenge* que consistía en un juego de buceo destinado más a estimular las funciones motoras; y el cuarto que era *Superkick*, que es un juego de tanda de penaltis que estimula las habilidades de procesamiento visual, tiempo de reacción, praxis, percepción contralateral y gestión cognitiva del tiempo.

La capacidad de las TI para proporcionar retroalimentación en tiempo real y estimulación multisensorial resulta en una experiencia inmersiva y motivadora para los pacientes y los terapeutas, esta característica es especialmente beneficiosa en la rehabilitación de trastornos neurológicos, donde la participación activa y sostenida del paciente es concluyente para el éxito de la terapia. Además, la naturaleza interactiva y atractiva de las TI puede ayudar a superar las barreras de la rehabilitación tradicional, como la monotonía y la falta de motivación (Leonardi et al., 2021).

El uso de las TI, avalado por la evidencia científica, sugiere una mejora en la estimulación y rehabilitación cognitiva, en comparación con las técnicas tradicionales de lápiz y papel (Cao et al., 2021; Chen et al., 2022; Kim et al., 2019; Yan et al., 2022; Zhang et al., 2021; Zhong et al., 2021). Sin embargo, existen desafíos en la implementación de estas técnicas como son el costo de los *softwares*, *hardware*, y las herramientas de inmersión, así como una necesidad creciente de capacitación especializada y creación de programas especialmente dirigidos a la estimulación y rehabilitación cognitiva (Hao et al., 2023; Morina et al., 2015; Powers & Emmelkamp, 2008). Dado este contexto emergente, se plantea una necesidad de investigar a

profundidad el impacto, la eficacia y las aplicaciones prácticas de las TI en las intervenciones neuropsicologías.

Cabe mencionar que, pese a la existencia de metaanálisis en el área de la inmersión y la intervención cognitiva, la evidencia científica no ha llegado a acuerdos concretos, por ejemplo:

En una revisión sistemática con metaanálisis realizada por Zhong et al., 2021 donde incluyeron 17 ensayos controlados aleatorios (ECA) de entrenamiento cognitivo con realidad virtual en individuos con deterioro cognitivo leve, donde todos los participantes del grupo de intervención recibieron entrenamiento cognitivo usando pantallas montadas en la cabeza y un software que permitía realizar actividades de la vida diaria, juegos de niveles, entrenamiento de memoria y juegos de atención en entornos virtuales completamente inmersivos, se evidenció que las TI pueden estimular el cerebro de las personas con deterioro cognitivo leve para mejorar la función cognitiva global y las funciones ejecutivas donde los autores observaron diferencias significativas.

Por otro lado en la revisión sistemática con metaanálisis realizada por (Zhang et al., 2021) en el 2021, donde se analizaron 23 ECA que estudiaron los efectos de las TI en pacientes con accidente cerebrovascular, donde las intervenciones al grupo experimental consistieron en juegos simulados en cascos montados en la cabeza que creaban ambientes inmersivos y semiinmersivos, que tenían como objetivo rehabilitar y entrenar las funciones cognitivas; en esta investigación se evidenció que la memoria, la función visoespacial y las funciones ejecutivas diferían con significancia estadística a favor de las intervenciones con TI, no obstante la función cognitiva global, la atención y la fluidez verbal no alcanzaron las diferencias significativas. Estos resultados difieren de la RSL y metaanálisis de Aminov et al., 2018 donde evaluaron 4 ECA que

recogieron resultados de las funciones cognitivas intervenidas por TI, donde se observó que la función cognitiva global mostraba diferencias significativas a favor de las intervenciones con TI.

Esta disparidad en los hallazgos sugiere una falta de consenso en la literatura, lo que dificulta la formulación de directrices claras para la práctica clínica. Por lo tanto, un metaanálisis detallado que sintetice y analice críticamente la evidencia disponible puede proporcionar una perspectiva más coherente y fiable sobre la eficacia de las TI en la rehabilitación y el entrenamiento de las funciones cognitivas. Este análisis no solo podría aclarar las áreas donde las TI son más efectivas, sino también identificar posibles brechas en la investigación actual y sugerir direcciones para futuros estudios.

En este contexto, la definición de objetivos claros y específicos de investigación es importante para avanzar en el conocimiento y la aplicación de las TI en la estimulación y rehabilitación cognitiva. Es así como la propuesta de este estudio se distingue por el uso de dos metodologías que son la revisión sistemática de la literatura (RSL) con metaanálisis y la aplicación de cuestionarios, que al articular sus resultados proporcionaron información de relevancia sobre cómo está siendo abordada la práctica de las TI en la evidencia científica y el estado de la realidad nacional portuguesa. Además, de proponer recomendaciones para estrategias futuras en intervenciones cognitivas, que puedan dar un soporte a la calidad de la atención y a la implementación de TI en el contexto portugués.

La RSL con metaanálisis de este estudio incluyó información actualizada de la evidencia en el uso de TI diversas y no se centró en una concreta como en algunos metaanálisis existentes que abordan, por ejemplo, solo el uso de RV en intervenciones neuropsicológicas, así también se incluyó poblaciones diversificadas desde patologías y personas sanas.

Otro de los aportes importantes de este estudio es que se realizó el metaanálisis por análisis de subgrupos y variabilidad, así como en la RSL se tomó en cuenta las intervenciones de TI, los tiempos y frecuencia de las intervenciones y los instrumentos de evaluación, lo que permitió diferenciar esta investigación de estudios previos y permitió tener una visión diferente en cuanto a la eficacia de las TI en diferentes subgrupos tanto en relación con las medidas de resultado, como de las funciones cognitivas analizadas en los artículos incluidos. Siendo este un aporte significativo en la perspectiva holística de esta investigación que nos permitió responder a la pregunta de investigación ¿Cuál es la eficacia de las tecnologías inmersivas en la rehabilitación y el entrenamiento de las funciones cognitivas en individuos con trastornos neurológicos, en comparación con los métodos tradicionales de rehabilitación cognitiva?

En última instancia, la investigación en este campo emergente no solo contribuirá al desarrollo de estrategias terapéuticas más efectivas y personalizadas en la neuropsicología portuguesa, sino que también proporcionará una base sólida para la integración de las TI en la práctica clínica regular, mejorando así la calidad de vida de los pacientes con trastornos neurológicos.

## **2 Metodología**

Con el fin de alcanzar los objetivos de esta investigación, se implementó un enfoque metodológico mixto para la recopilación y análisis de datos. Para lo cual, se realizó una RSL con metaanálisis, de acuerdo con los lineamientos del Manual *Cochrane* de revisiones sistemáticas de intervenciones, el mismo que proporciona pautas y estándares metodológicos para llevar a cabo revisiones sistemáticas de alta calidad y rigurosidad (Higgins et al., 2019).

En paralelo, realizó un estudio de tipo exploratorio con aplicación de cuestionarios a instituciones nacionales que utilizan TI en intervenciones neuropsicológicas relacionadas con procesos cognitivos. Este enfoque permitió recopilar información relevante para el estudio sobre el uso de estas tecnologías en el contexto nacional.

De este modo, se combinaron estos dos métodos para obtener una comprensión completa y enriquecedora del tema de investigación. El uso del Manual *Cochrane* garantizó una revisión sistemática exhaustiva de la literatura existente y permitió la realización de un metaanálisis, mientras que el cuestionario proporcionó información específica sobre la práctica y el uso de TI en el campo de la neuropsicología en Portugal.

### **2.1 Etapa 1 Revisión Sistemática y Metaanálisis**

La revisión sistemática con metaanálisis de este estudio tuvo como objetivo integrar y estructurar los hallazgos en la literatura científica en cuanto a la eficiencia de los métodos de TI en las practicas neuropsicológicas aplicadas a los procesos cognitivos en intervenciones clínicas, para su posterior análisis cuantitativo de los resultados, que nos permitió tener una visión más precisa e integradora de los datos encontrados.

### **2.1.1 Estrategia de Búsqueda, selección de artículos y extracción de datos.**

Como estrategia de búsqueda no se limitó la fecha de inicio de esta, con el objetivo de incluir la mayor parte de investigaciones posibles. La búsqueda se realizó en las siguientes librerías digitales: *PsycInfo*; *Scopus*; *Web of Science*; y *PubMed*, para ello se utilizó la siguiente cadena de búsqueda: ("*Virtual Reality*" OR "*Augmented Reality*" OR "*Mixed Reality*") AND ("*Neuropsychological Interventions*" OR "*Cognitive Stimulation*" OR "*Cognitive Rehabilitation*" OR "*Cognitive Training*" OR "*Cognitive Processes*" OR "*Cognitive Functions*") AND ("*Neurological Disorders*" OR "*Neurocognitive Disorders*" OR "*Neuropsychiatric Disorders*" OR "*STROKE*" OR "*Cognitive Impairment*" OR "*Cerebral Palsy*" OR "*Healthy People*" OR "*Dementias*"). La búsqueda se centró en los siguientes elementos: título, *abstract* y palabras clave e incluyeron artículos publicados hasta el 4 de agosto de 2023.

### **2.1.2 Criterios de inclusión y exclusión**

a) Criterios de Inclusión. – artículos que aborden el uso de TI (RV, RA, RM,) en el entrenamiento y rehabilitación de los procesos cognitivos, artículos de revistas arbitradas, ensayos controlados aleatorios (ECA), que hayan usado técnicas de entrenamiento cognitivo tradicionales como intervención en el grupo control, estudios redactados en idioma inglés.

b) Criterios de Exclusión. – revisiones sistemáticas, metaanálisis, capítulos de libros, actas de conferencia, estudios publicados en revistas no arbitradas. Artículos que combinen otro tipo de intervención cognitiva al mismo tiempo que el uso de las TI, que el grupo de control haya recibido intervenciones con TI, artículos que no estén en idioma inglés y estudios que no respondan a un ECA.

### **2.1.3 Selección de artículos y extracción de datos**

Para la RSL fueron examinados los artículos de la búsqueda, conforme a los criterios de inclusión y exclusión. Después de determinar los artículos a incluir, se llevó a cabo la extracción de datos, para ello se utilizó una matriz de elaboración propia de *Excel*, que contenía información detallada de cada estudio incluyendo la caracterización poblacional, metodológica y sus resultados más relevantes.

Para el metaanálisis se extrajeron las medias y las desviaciones estándar de los grupos experimental y control, tanto en la evaluación inicial como en el post tratamiento, tomando en cuenta las medidas de resultado y los procesos cognitivos analizados en el estudio. Estos datos nos permitían realizar una diferencia de medias para poder continuar con el análisis del efecto de la intervención en las poblaciones estudiadas.

### **2.1.4 Riesgo de sesgo**

Para la evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos en la revisión se utilizó el Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones 5.1.0, esta herramienta permite determinar la calidad y la confiabilidad de la evidencia presentada en cada estudio (Higgins et al., 2019). Esta evaluación se realizó considerando siete dominios que pueden introducir sesgos en los resultados, los cuales son: generación de la secuencia aleatoria (sesgo de selección), ocultamiento de la asignación (sesgo de selección), cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de realización), cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección), datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste), notificación selectiva de resultados (sesgo de notificación), otro sesgo (Alarcón Palacios et al., 2015).

El proceso de evaluación del riesgo de sesgo consistió en analizar cada uno de los criterios de sesgo de manera separada. Después de esta evaluación individual, se asigna un valor que establece si el nivel de sesgo es alto o bajo tal y como se indica en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1**

*Niveles de Riesgo de Sesgo, basado en (Higgins et al., 2019b, p. 220)*

Riesgo de sesgo	Interpretación	Ítem
Bajo riesgo de Sesgo	Sesgo poco probable que altere de forma significativa los resultados.	+
Riesgo de sesgo poco claro	Sesgo plausible pueden surgir generar dudas acerca de los resultados.	!
Alto riesgo de sesgo	Sesgo probable que debilita seriamente la confianza en los resultados.	-

### 2.1.5 Análisis estadístico

Para el metaanálisis se empleó el *software Cochrane RevMan Web* versión 6.2.0., los datos obtenidos de los estudios fueron analizados utilizando los efectos del tratamiento con TI entre grupos experimental y de control, los cuales se evaluaron utilizando la diferencia de medias (DM) con modelo de efectos fijos, para medidas de resultado homogéneas o la diferencia de medias estandarizadas (DME) con modelo de efectos aleatorios para aquellos resultados que utilizaban diferentes medidas de evaluación, se consideró un intervalo de confianza del 95%. Cuando  $I^2 \leq 50\%$ , los estudios se consideraron homogéneos; de lo contrario, se consideró que había heterogeneidad significativa entre los estudios, posteriormente se realizaron análisis de

subgrupos para identificar las posibles razones de la alta heterogeneidad. Valores de **P < 0.05** fueron considerados con significancia estadística.

## **2.2 Etapa 2 Cuestionario Entidades Nacionales**

En esta sección se levantó información pertinente al tema de investigación, con la finalidad de recopilar datos relevantes de las entidades nacionales que emplean técnicas inmersivas en sus intervenciones. Para lo cual se tomó en consideración la metodología planteada por Almeida y Freire, 1997 y Hernández y colaboradores, 2014.

### ***2.2.1 Planificación inicial***

Se realizó un análisis crítico de la información obtenida en la RSL para obtener una base sólida para la creación del cuestionario, que permitió incluir variables relevantes que dieron respuesta al objetivo del instrumento; resaltando la importancia de los estudios en la literatura científica y como estos pueden estar en homogeneidad o no con la realidad de la intervención en Portugal.

Los primeros borradores de este cuestionario se elaboraron en las primeras semanas de agosto de 2023.

### ***2.2.2 Diseño del cuestionario***

El diseño del instrumento consistió en un cuestionario dirigido a las entidades nacionales que utilizan métodos de tecnología inmersiva en las practicas neuropsicológicas aplicadas a procesos cognitivos. El cuestionario constaba de veinte ítems que abarcaban preguntas de diversas modalidades, incluyendo escalas de *Likert* con intervalos de 1 a 5, preguntas dicotómicas, de opción múltiple y también preguntas abiertas, con el fin de aprovechar su potencial para proporcionar una amplia gama de información.

Una vez que se obtuvo el primer borrador del cuestionario, se consultó con un profesional independiente, el mismo que realizó sugerencias valiosas para mejorar la claridad y la

efectividad del instrumento y así dar paso a la versión final la cual incluyó 19 preguntas que fueron divididas en 6 dominios:

- Dominio 1 Uso de tecnologías inmersivas: 1- 7
- Dominio 2 Investigación y adaptación: 8 y 9
- Dominio 3 Implementación y barreras: 10-13
- Dominio 4 Búsqueda científica y formación profesional: 14 y 15
- Dominio 5 Resultados y eficacia: 16
- Dominio 6 Expectativas y desarrollo futuro: 17-19

La versión final fue adaptada en el sistema de gestión de encuestas *EUSurvey*, el mismo que es una plataforma *on-line* que permite crear y publicar formularios de amplia difusión.

### ***2.2.3 Consideraciones éticas***

Dentro del contexto de esta investigación, es fundamental tener en cuenta las cuestiones éticas que rodean la participación de los profesionales de las distintas entidades nacionales. En este sentido, de acuerdo con los Principios Éticos y el Código de Conducta de la *American Psychological Association* (APA), es crucial asegurar el consentimiento informado de los participantes antes de ser incluidos en el estudio. Para ello, se les proporcionó información acerca del propósito de la investigación y el tratamiento de los datos recopilados antes de que aceptaran participar (i.e., en el instrumento se les consultó si estaban dispuestos a participar y si podían ser contactados para posibles aclaraciones). De esta forma se les garantizó que la participación era de carácter voluntaria y anónima, lo que permitía salvaguardar su libertad y privacidad. Además, se informó que los datos recolectados durante el proceso de investigación son estrictamente confidenciales y solo serán utilizados por el investigador.

#### **2.2.4 Recolección de datos**

Como primer punto se realizó un contacto telefónico, específicamente con los responsables del área de neuropsicología, con cada una de las entidades identificadas para este estudio, donde se pidió la participación y colaboración de ellos y se explicó a breves rasgos el estudio, su metodología y sus objetivos, para luego dar paso a una pequeña entrevista semiestructura que permitió conocer datos como el tiempo de implementación de las intervenciones con TI, las fases etarias de las poblaciones atendidas y cuáles son los métodos de evaluación para contrarrestar los resultados de las intervenciones. Luego de la entrevista, se manifestó a los participantes que el cuestionario será enviado por correo electrónico con las explicaciones para responderlo.

Los cuestionarios se aplicaron en línea a través del sistema de encuestas *EU Survey*, mismos que estuvieron disponibles durante un período de cuatro semanas en los meses de agosto y septiembre de 2023 (véase Anexo 1). Finalizado este tiempo se procedió al cierre del sistema para proseguir con el análisis de los datos.

#### **2.2.5 Análisis de datos**

Se realizó una matriz que permitió condensar la información y los datos obtenidos en el cuestionario para su posterior análisis, después se codificaron las preguntas de enfoque cuantitativo y se caracterizaron las de enfoque cualitativo. Se utilizó el *software* estadístico SPSS versión 27, los datos fueron analizados por medio de estadísticas de frecuencias y descriptivas, lo que permitió sintetizar los resultados y utilizarlos para responder al objetivo de la investigación.

### **3. Presentación de Resultados**

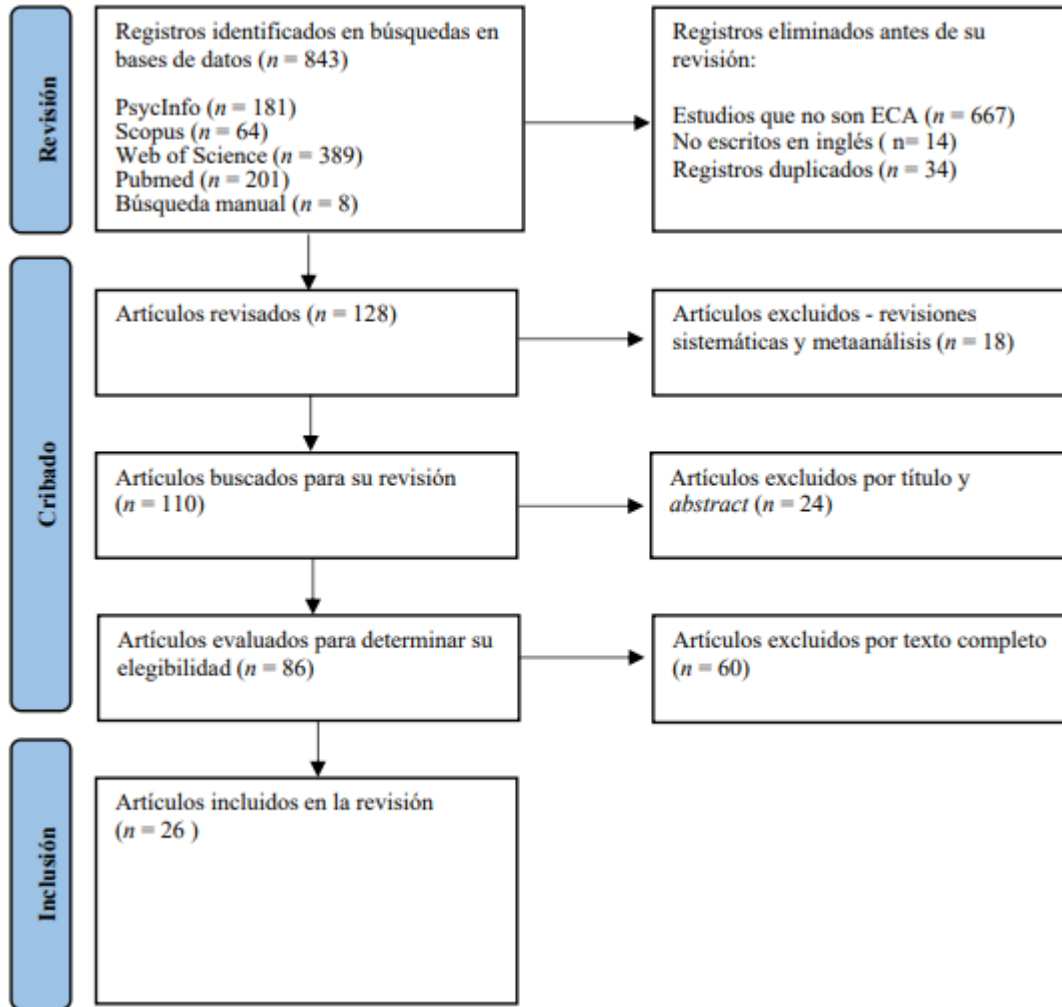
#### **3.1. Revisión sistemática y metaanálisis**

##### ***3.1.1. Resultados de la búsqueda.***

Como resultado de la búsqueda inicial, se identificaron un total de 843 artículos. De estos, se eliminaron 667 artículos que no eran ECA, 14 que no estaban escritos en inglés y 34 artículos duplicados. De los 128 restantes se excluyeron 18 que correspondían a revisiones sistemáticas y metaanálisis. En la revisión de los 110 artículos por título y *abstract* se excluyeron 24 estudios que no cumplían con el criterio de inclusión en cuanto intervención tanto del grupo experimental como del control, de los 86 seleccionados para revisión de texto completo, se excluyeron 60 investigaciones que no cumplían con el resto de los criterios de inclusión y exclusión. Se determinó que solo 26 estudios cumplían con los objetivos de la investigación en términos de calidad y contenido. Este resultado se detalla en la Figura 3.1.

**Figura 3.1**

*Diagrama de flujo de la revisión sistemática PRISMA (basado en Page et al., 2021)*



### **3.1.2. Características de los estudios incluidos**

Los estudios incluidos en la revisión (n= 26) fueron publicados en Corea del Sur e Italia con un total (n=6) cada uno, en Portugal con un total de (n=4), en Taiwan y Turquía con (n=2) respectivamente, en Alemania, Canadá, China, España, Estados Unidos y Grecia con (n=1) cada uno, los años de publicación van desde el 2019 al 2023.

En esta revisión, los estudios incluyeron 1126 participantes entre personas sanas y con diagnóstico de alguna afección neurológica, cuyas edades oscilaron entre los 11 y 84 años. De estos estudios, 7 (1, 10, 13,14, 19, 20, 23) se centraron en pacientes que habían experimentado un Accidente Cerebrovascular, 8 (6, 8, 9, 15, 16, 22, 24, 26) se enfocaron en personas con Deterioro Cognitivo Leve, otros 6 (2, 4, 5, 12, 17, 21) investigaron a pacientes con diagnóstico de Demencia, 2 (7 y 11) se enfocaron en individuos sanos, 2 (18 y 25) con diagnóstico de esclerosis múltiple y un solo estudio (3) se centró en pacientes con parálisis cerebral.

La RV es la TI más utilizada en los estudios con un total 92% de incidencia [1-3,5-23,25,26], por el contrario, la RA y RM fue la menos utilizada con un 4% en cada uno respectivamente [4,24]. Las técnicas de intervención más utilizadas para el grupo experimental incluyeron juegos serios con RV con un 46% [1,2,3,6,7,9,14,16,17,19,24,25], sistemas de rehabilitación con RV en un 38% [4,5,6,7,11,13,15,18,22,23], escenarios virtuales con RV 23% [1,2,10,12,17,26], y tareas cognitivas con RV en un 8% [20,21]. Para el grupo de control las técnicas intervención en su mayoría consistieron en rehabilitación cognitiva tradicional con un 88% [2-6,8-25], juegos serios tradicionales con un 8% [1,7] y rehabilitación cognitiva tradicional con juegos de mesa con un 4% [26].

En lo referente a las intervenciones un 94% de los estudios se enfocaron en rehabilitación cognitiva mientras que un 4% en entrenamiento cognitivo. EL tiempo de intervención en los estudios fue de  $M=51.54$  minutos ( $DS=23.31$ ,  $Max=120$ ,  $Min=20$ ), con respecto al número de sesiones semanales en su mayoría realizaron intervenciones 3 veces por semana ( $Max=5$ ,  $Min=1$ ), con un número total de sesiones comprendidas entre 96 y 8.

Entre las funciones cognitivas más estudiadas y con un mayor nivel de incidencia destacan la función cognitiva global, atención, memoria, funciones ejecutivas, percepción

visuoespacial y lenguaje. Estos estudios han revelado resultados significativos en dominios como la cognición global, la atención, la memoria, la función ejecutiva, la percepción y habilidades visuoespaciales, así como en el lenguaje

Los principales indicadores de resultado utilizados incluyeron pruebas de funciones cognitivas, entre las que se destacan el *Mini-Mental State Examination* (MMSE), el *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), el *Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment* (LOTCA), el *Trail Making Test* (TMT), la Prueba de Colores y Palabras (STROOP), y la *Frontal Assessment Battery* (FAB).

**Tabla 3.1***Caracterización de los estudios incluidos (n=26)*

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Autores   Año</b>	<b>País</b>
1	Conversational therapy through semi-immersive virtual reality environments for language recovery and psychological well-being in post stroke aphasia.	Giachero et. Al 2020	Italia
2	Effect of cognitive training in fully immersive virtual reality on visuospatial function and frontal-occipital functional connectivity in predementia: Randomized controlled trial.	Kang et. Al 2021	Korea
3	Effectiveness of the virtual reality on cognitive function of children with hemiplegic cerebral palsy: A single-blind randomized controlled trial.	Aran et. Al 2020	Turquia
4	Effects of a mixed reality-based cognitive training system compared to a conventional computer-assisted cognitive training system on mild cognitive impairment: A pilot study.	Park et. Al 2019	Korea
5	Effects of incorporating virtual reality training intervention into health care on cognitive function and wellbeing in older adults with cognitive impairment: A randomized controlled trial.	Chiu et. al 2023	Taiwan
6	Effects of virtual reality-based physical and cognitive training on executive function and dual-task gait performance in older adults with mild cognitive impairment: A randomized control trial.	Liao et. Al 2019	Canadá
7	Exergaming executive functions: An immersive virtual reality-based cognitive training for adults aged 50 and older.	Huang 2020	Estados Unidos
8	Improving cognitive function after traumatic brain injury: A clinical trial on the potential use of the semi-immersive virtual reality.	De Luca et. Al 2019	Italia
9	The effectiveness of a virtual reality-based intervention on cognitive functions in older adults with mild cognitive impairment: A single-blind, randomized controlled trial.	Torpil et. Al 2021	Turquia

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Autores   Año</b>	<b>País</b>
10	Using telerehabilitation to improve cognitive function in post-stroke survivors: Is this the time for the continuity of care?	Torrise et. Al 2019	Italia
11	Virtual Reality-Based Cognitive Stimulation to Improve Cognitive Functioning in Community Elderly: A Controlled Study.	Gamito et. Al 2020	Portugal
12	Virtual Reality-Based Cognitive Stimulation on People with Mild to Moderate Dementia due to Alzheimer's Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial	Oliveira et. Al 2021	Portugal
13	A comparison of two personalization and adaptive cognitive rehabilitation approaches: a randomized controlled trial with chronic stroke patients	Faria et. Al 2020	Portugal
14	Adaptive conjunctive cognitive training (ACCT) in virtual reality for chronic stroke patients: A randomized controlled pilot trial	Maier et. Al 2020	España
15	Does the virtual shopping training improve executive function and instrumental activities of daily living of patients with mild cognitive impairment?	Park 2022	Corea del Sur
16	Using virtual reality-based training to improve cognitive function, instrumental activities of daily living and neural efficiency in older adults with mild cognitive impairment.	Liao et. Al 2020	Taiwan
17	The Effect of a Virtual Reality-Based Intervention Program on Cognition in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Randomized Control Trial	Thapa et. Al 2020	Corea del Sur
18	Cognitive recovery in people with relapsing/remitting multiple sclerosis: A randomized clinical trial on virtual reality-based neurorehabilitation	Leonardi et. Al 2021	Italia
19	Cognitive Training With Head-Mounted Display Virtual Reality in Neurorehabilitation: Pilot Randomized Controlled Trial	Specht et. Al 2023	Alemania
20	Comparing adaptive cognitive training in virtual reality and paper-pencil in a sample of stroke patients	Faria et. Al 2019	Portugal

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Autores   Año</b>	<b>País</b>
21	Effect of Virtual Reality Training on Cognitive Function and Motor Performance in Older Adults With Cognitive Impairment Receiving Health Care: A Randomized Controlled Trial	Li et. Al 2023	China
22	Effectiveness of an Innovative Cognitive Treatment and Telerehabilitation on Subjects With Mild Cognitive Impairment: A Multicenter, Randomized, Active-Controlled Study	Manenti et. Al 2020	Italia
23	Effectiveness of virtual reality based cognitive rehabilitation on cognitive function, motivation and depression in stroke patients	Lee et. Al 2020	Korea
24	Feasibility and Effects of Cognitive Training with the COGNIPLAT Game Platform in Elderly with Mild Cognitive Impairment: Pilot Randomized Controlled Trial	Goumopoulos et. Al 2023	Grecia
25	Limb apraxia in individuals with multiple sclerosis: Is there a role of semi-immersive virtual reality in treating the Cinderella of neuropsychology?	Maggio et. Al 2023	Italia
26	Virtual reality-based cognitive–motor rehabilitation in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled study on motivation and cognitive function	Park et. Al 2020	Korea

**Tabla 3.2***Caracterización de los grupos de intervención de los estudios incluidos (n=26)*

N°	Población	N° Participantes		Edades participantes (M)		Intervención	Intervención Experimental   Control		
		N° GE	N° GC	GE	GC		Tiempo (minutos)	Frecuencia por semana	N° Sesiones
1	Accidente Cerebrovascular	18	18	NR	NR	Rehabilitación	120	2	48
2	Demencia   Alzheimer	23	18	60		Rehabilitación	30	2	8
3	Parálisis Cerebral	45	45	11,18	11,06	Rehabilitación	45	2	20
4	Demencia   Alzheimer	10	11	70,5	72,6	Rehabilitación	30	3	18
5	Demencia   Alzheimer	30	30	80,7	80	Rehabilitación	60	NR	8
6	Deterioro Cognitivo Leve	18	16	75,5	73,1	Rehabilitación	60	3	36
7	Sanos	16	16	61,92		Rehabilitación	20	2	8
8	Deterioro Cognitivo Leve	50	50	38,7	41,01	Rehabilitación	60	3	24
9	Deterioro Cognitivo Leve	30	31	70,12	70,3	Rehabilitación	45	3	24

N°	Población	N° Participantes		Edades participantes (M)		Intervención	Intervención Experimental   Control		
		N° GE	N° GC	GE	GC		Tiempo (minutos)	Frecuencia por semana	N° Sesiones
10	Accidente Cerebrovascular	20	20	57,1	53,2	Rehabilitación	50	3	96
11	Sanos	24	19	75		Rehabilitación	45	2	12
12	Demencia   Alzheimer	10	7	82,6	84,14	Rehabilitación	45	2	12
13	Accidente Cerebrovascular	14	18	59,14	65	Rehabilitación	90	NR	12
14	Accidente Cerebrovascular	19	19	63,63	67,21	Rehabilitación	30	5	30
15	Deterioro Cognitivo Leve	16	16	72,25	70,88	Rehabilitación	45	2	16
16	Deterioro Cognitivo Leve	18	16	75,5	73,1	Rehabilitación	60	3	36
17	Demencia   Alzheimer	34	34	72,6	72,7	Rehabilitación	100	3	24
18	Esclerosis Múltiple	15	15	57,4	51,8	Rehabilitación	45	3	24
19	Accidente cerebrovascular	21	21	68,3	67,3	Rehabilitación	30	3	18
20	Accidente cerebrovascular	14	17	59,14	65	Rehabilitación	30	3	12

N°	Población	N° Participantes		Edades participantes (M)		Intervención	Intervención Experimental   Control		
		N° GE	N° GC	GE	GC		Tiempo (minutos)	Frecuencia por semana	N° Sesiones
21	Demencia	30	30	70,97	70,4	Entrenamiento	60	1	12
22	Deterioro Cognitivo Leve	18	17	75,3	78,1	Rehabilitación	60	4	12
23	Accidente cerebrovascular	11	11	58,18	59,09	Rehabilitación	30	5	20
24	Deterioro Cognitivo Leve	11	10	74	72	Rehabilitación	60	2	24
25	Esclerosis Múltiple	53	53	49	53,6	Rehabilitación	60	3	24
26	Deterioro Cognitivo Leve	20	20	75,8	77,2	Rehabilitación	30	5	30

**Tabla 3.3**

*Caracterización de las técnicas utilizadas en intervención y sus principales resultados (n=26)*

N°	TI Utilizada	Técnica Utilizada		Funciones Cognitivas	Medidas de Resultado	Resultados Significativos	Resultados no Significativos
		Experimental	Control				
1	RV	Juegos serios 3D   Escenarios RV	Juegos Serios	Lenguaje   Memoria de trabajo   Atención sostenida, atención selectiva.   Funciones ejecutivas.	Aachen Aphasia Test   C.A.P.P.A.   Escala Visual Analógica de Autoestima   WHOQoL	Comprensión Oral   Repetición   Lenguaje escrito	Habilidades comunicativas (Cappa)
2	RV	Juegos serios 3D   Escenarios RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Atención   Función ejecutiva   Memoria   Memoria de trabajo   Orientación Visuoespacial   Función Visuoespacial	TMT (A B)   MMSE   Digit Span Forward   Digit Span Backward   Boston Naming Test   Verbal Learning Test   Cowat   Stroop Test	Lenguaje   Memoria verbal	Atención   Función Ejecutiva y   Cognición global
3	RV	Juegos serios 3D	Rehabilitación cognitiva tradicional	Atención   Planificación   Funciones Ejecutivas   Habilidades Visuoespaciales	DOTCA-Ch	Orientación y percepción espacial   Praxis   Construcción Visuomotora   Operaciones de Pensamiento	NR
4	RM	Sistema Entrenamiento Cognitivo T.I.	Rehabilitación cognitiva tradicional	Atención selectiva   Funciones Ejecutivas   Memoria de trabajo   Cálculo	TMT (A B)   Boston Naming Test   Verbal Fluency   Boston Naming   MMSE	Memoria de trabajo Visuoespacial	Funciones Ejecutivas   Atención   Cálculo
5	RV	Sistema Entrenamiento Cognitivo T.I.	Rehabilitación cognitiva tradicional	Velocidad de procesamiento   Memoria de trabajo   Atención   Habilidades visuoespaciales   Función ejecutiva   Cognición global   Memoria	MMSE   Clock Drawing Test   CASI   WHOQOL	Función cognitiva global   Velocidad de Procesamiento   Memoria de trabajo	Memoria a LP   Abstracción   Juicio   Construcción visual

N°	TI Utilizada	Técnica Utilizada		Funciones Cognitivas	Medidas de Resultado	Resultados Significativos	Resultados no Significativos
		Experimental	Control				
6	RV	Juegos serios 3D   Sistema Entrenamiento Cognitivo T.I.	Rehabilitación cognitiva tradicional	Funciones ejecutivas	Stroop Test   TMT (A B)   MMSE   MOCA	Funciones ejecutivas	NR
7	RV	Juegos serios 3D   Sistema Entrenamiento Cognitivo T.I.	Juegos Serios	Funciones ejecutivas   Inhibición	TMT (A)   Digit Span Forward   Stroop Test	Flexibilidad cognitiva   Inhibición	Memora de trabajo
8	RV	RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Atención   Memoria   Habilidades visuoespaciales   Funciones ejecutivas	MOCA   Hamilton Rating Scale (A D)   TMT (A B)   FAB   VS   WEIGL	Flexibilidad cognitiva   Atención	Memoria   Habilidades visuoespaciales
9	RV	Juegos serios 3D	Rehabilitación cognitiva tradicional	Orientación   Percepción visuoespacial   Organización visuomotora   Operación del pensamiento   atención	LOTCA G	Orientación   Percepción visuoespacial   Organización visuomotora   Operación del pensamiento   atención   Praxis motora   Memoria	Praxis motora   Memoria
10	RV	Escenarios RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Atención   Funciones ejecutivas   Memoria verbal   Velocidad de procesamiento   Lenguaje   Memoria visual   Flexibilidad cognitiva   Inhibición	MOCA   TMT (B)   Verbal Learning   Hamilton Rating Scale (A D)	Atención   Funciones ejecutivas   Memoria verbal   Velocidad de procesamiento   Lenguaje	Memoria visual   Flexibilidad cognitiva   Inhibición
11	RV	Sistema Entrenamiento Cognitivo T.I.	Rehabilitación cognitiva tradicional	Cognición global   Funciones ejecutivas   Atención   Memoria visual   Memoria	Rey Complex Figure   d2   GDS15   WMS-R   MOCA	Cognición global   Funciones ejecutivas   Atención   Memoria visual	Memoria

N°	TI Utilizada	Técnica Utilizada		Funciones Cognitivas	Medidas de Resultado	Resultados Significativos	Resultados no Significativos
		Experimental	Control				
12	RV	Escenarios RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Cognición global   Funciones ejecutivas   Memoria   Atención	MMSE   Frontal Assessment Battery	Cognición global	Funciones ejecutivas   Memoria   Atención
13	RV	Sistema Entrenamiento Cognitivo T.I.	Rehabilitación cognitiva tradicional	Funcionamiento cognitivo global   Atención   Habilidades visuoespaciales   Memoria verbal   Funciones ejecutivas   Lenguaje	MOCA   TMT (A B)   Digit Span   WMS   WAIS	Función cognitiva global   Habilidades visuoespaciales   Funciones ejecutivas	Atención   Memoria verbal   Lenguaje
14	RV	Juegos serios 3D	Rehabilitación cognitiva tradicional	Atención   Función cognitiva global   Función ejecutiva   Memoria   Conciencia espacial	TMT (A B)   MMSE   MOCA   Frontal Assessment Battery	Atención   Función cognitiva global   Conciencia Espacial	Función ejecutiva Memoria
15	RV	Sistema Entrenamiento Cognitivo T.I.	Rehabilitación cognitiva tradicional	Función cognitiva global   Funciones ejecutivas	EFPT-K   MMSE	Funciones ejecutivas	Función cognitiva global
16	RV	Juegos serios 3D	Rehabilitación cognitiva tradicional	Cognición global   Memoria verbal   Función ejecutiva	MOCA   MMSE   Verbal Learning	Cognición global   Memoria verbal   Función ejecutiva	NR
17	RV	Juegos serios 3D   Escenarios RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Función cognitiva global   Función ejecutiva	TMT (A B)   MMSE   Symbol Digit Substitution Test	Función ejecutiva	Función cognitiva global

N°	TI Utilizada	Técnica Utilizada		Funciones Cognitivas	Medidas de Resultado	Resultados Significativos	Resultados no Significativos
		Experimental	Control				
18	RV	Sistema de Rehabilitación RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Atención   Memoria   Funciones Ejecutivas   Funciones Visuoespaciales   Cognición Global	MOCA   BRB -NT   HRS - A   BRB - NT   SDMT	Cognición Global   Almacenamiento memoria verbal LP   Memoria Visuoespacial LP   Fluidez verbal semántica	Memoria Visuoespacial   Atención   Funciones Ejecutivas
19	RV	Juegos serios con RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Atención   Memoria   Funciones Ejecutivas	TMT (A B)   AKT   TL - D   WDMS-R	Resolución de Problemas   Planificación   Atención   Velocidad de Procesamiento	Concentración   Memoria
20	RV	Tareas cognitivas en entornos virtuales	Rehabilitación cognitiva tradicional	Cognición Global	MOCA	NA	Cognición Global
21	RV	Tareas cognitivas en entornos virtuales	Rehabilitación cognitiva tradicional	Cognición Global   Memoria   Atención   Orientación   Juicio   Lenguaje   Construcción Visual   Fluides verbal	CASI   MMSE   MOCA	Memoria CP   Concentración   Fluides Verbal	Memoria LP   Juicio
22	RV	Sistema de Rehabilitación Cognitivo con RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Cognición Global   Razonamiento no Verbal   Fluidez verbal   Producción del Lenguaje   Habilidades Visuoconstructivas   Atención   Recuerdo Inmediato y Retardado   Memoria Episódica	MMSE   Matrices Progresivas Coloreadas Ravel   Fluidez Verbal   BADA   Figura Completa Rey   Prueba del Reloj   TMT (A B)   RAUVT   Recuerdo Inmediato y Retardado   FCFRT	Memoria   Atención   Lenguaje   Capacidades Visuoconstructivas	Cognición Global   Razonamiento no Verbal

N°	TI Utilizada	Técnica Utilizada		Funciones Cognitivas	Medidas de Resultado	Resultados Significativos	Resultados no Significativos
		Experimental	Control				
23	RV	Sistema de Rehabilitación Cognitivo con RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Orientación   Percepción Visual   Percepción Espacial   Organización Visuomotora   Función cognitiva Global	LOTCA	Percepción Visual   Percepción Espacial   Organización Visuomotora   Función cognitiva Global	Orientación
24	RV   RA	Juegos serios con RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Función Cognitiva Global   Memoria Episódica   Funciones Ejecutivas   Memoria de Trabajo	MOCA   MMSE   RAVLT   TNT (A B)   CBT   DST	Cognición Global (MOCA)   Memoria Episódica   Flexibilidad cognitiva   Memoria de Trabajo	Cognición Global (MMSE)
25	RV	Juegos serios con RV	Rehabilitación cognitiva tradicional	Cognición Global   Funciones Visuoespaciales   Memoria Visuoespacial   Apraxia	MOCA   ROCF-IR   ROCS-DL   Copia ROCS	Función Cognitiva Global   Apraxia Constructiva   Memoria Visuoespacial   Funciones Visuoespaciales	NR
26	RV	Escenarios RV	Rehabilitación cognitiva tradicional   Actividades de Mesa	Función Cognitiva Global   Funciones Ejecutivas   Memoria de Trabajo	MOCA   TMT (A B)   DST	Función Cognitiva Global   Funciones Ejecutivas	Memoria de Trabajo

### 3.1.3 Riesgo de sesgo

Los resultados de la evaluación del riesgo de sesgo se presentan en la Tabla 3.4. De los estudios analizados, 22 proporcionaron información sobre el método de generación de secuencia aleatoria (1-6, 9, 12-26). Además, 7 estudios detallaron explícitamente el método de ocultación de la asignación (1, 4, 7, 19, 21, 22, 26), y otros 6 llevaron a cabo una intervención ciega tanto para los participantes como para el personal (6, 7, 9, 18, 22, 23). En 13 estudios, se observó un cegamiento adecuado entre los evaluadores de los resultados (1-6, 9, 10, 15, 16, 22, 23, 25). En cuanto a datos de resultados incompletos, 17 estudios informaron que no se produjeron abandonos o pérdida de información durante la investigación (1, 2, 4, 7-9, 12, 14-16, 19-25). Sin embargo, en un solo estudio (17), los autores mencionaron que un número significativo de pacientes optaron por no participar en el estudio por razones personales.

En términos de los dominios evaluados, se consideró que todos los estudios presentaban un bajo riesgo de sesgo.

**Tabla 3.4**

*Resumen de Riesgo de Sesgo, basado en (Higgins et al., 2019, p. 212-215)*

Nº	Autor	Generación de la secuencia aleatoria (sesgo de selección)	Ocultamiento de la asignación (sesgo de selección)	Cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de realización)	Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección)	Datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste)	Notificación selectiva de resultados (sesgo de notificación)	Otro sesgo
1	Giachero et. Al 2020	+	+	!	+	+	+	+
2	Kang et. Al 2021	+	!	!	+	+	+	+
3	Aran et. Al 2020	+	!	!	+	!	+	+
4	Park et. Al 2019	+	+	!	+	+	+	+
5	Chiu et. al 2023	+	!	!	+	!	+	+

Nº	Autor	Generación de la secuencia aleatoria (sesgo de selección)	Ocultamiento de la asignación (sesgo de selección)	Cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de realización)	Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección)	Datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste)	Notificación selectiva de resultados (sesgo de notificación)	Otro sesgo
6	Liao et. Al 2019	+	!	+	+	!	+	+
7	Huang 2020	!	+	+	!	+	+	!
8	De Luca et. Al 2019	!	!	!	!	+	+	+
9	Torpil et. Al 2021	+	!	+	+	+	+	+
10	Torrise et. Al 2019	!	!	!	+	!	+	+
11	Gamito et. Al 2020	!	!	!	!	!	+	+
12	Oliveira et. Al 2021	+	!	!	!	+	+	+
13	Faria et. Al 2020	+	!	!	!	!	+	+
14	Maier et. Al 2020	+	!	!	!	+	+	+
15	Park 2022	+	!	!	+	+	+	+
16	Liao et. Al 2020	+	!	!	+	+	+	+
17	Thapa et. Al 2020	+	!	!	!	-	+	+
18	Leonardi et. Al 2021	+	!	+	!	!	+	!
19	Specht et. Al 2023	+	+	!	!	+	+	+
20	Faria et. Al 2019	+	!	!	!	+	+	+
21	Li et. Al 2023	+	+	!	!	+	+	+
22	Manenti et. Al 2020	+	+	+	+	+	+	+
23	Lee et. Al 2020	+	!	+	+	+	!	+
24	Goumopoulos et. Al 2023	+	!	!	!	+	+	+
25	Maggio et. Al 2023	+	!	!	+	+	!	+
26	Park et. Al 2020	+	+	!	!	!	+	+

### 3.1.4 Metaanálisis

Para este metaanálisis no se incluyeron dos artículos, uno de ellos Giachero et al., 2020 se eliminó ya que las medidas de resultado no podían ser analizadas por falta de homogeneidad y el estudio de Torrisi et al., 2019 al no contar con la información pertinente para el análisis estadístico.

#### 3.1.4.1 Efectos de la intervención

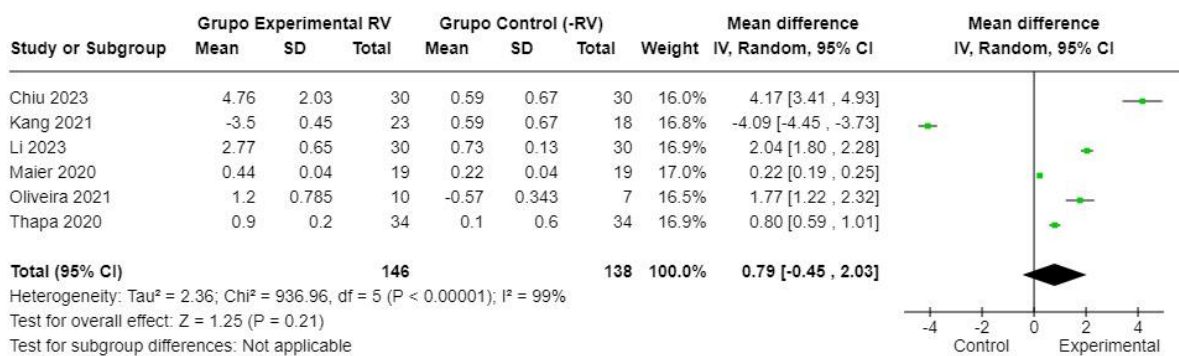
*Comparación 1, Cognición Global. Resultado: Miniexamen del estado mental.*

#### *Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional*

Se incluyeron en el análisis un total de  $n = 6$  estudios, con 146 participantes para el grupo experimental y 138 participantes para el grupo de control. Las diferencias medias se obtuvieron mediante el modelo de efectos aleatorios y oscilaron entre -4.09 y 4.17. La diferencia media estimada fue de 0.79 (IC del 95%: -0.45 a 2.03). El metaanálisis no mostró diferencias significativas entre el tipo de intervención ( $z = 1.25$ ,  $p = 0.21$ ), así también se encontró un nivel de heterogeneidad estadísticamente significativo ( $I^2 = 99\%$ ).

**Figura 3.2**

#### *Metaanálisis Mini-Mental State Examination (MMSE)*



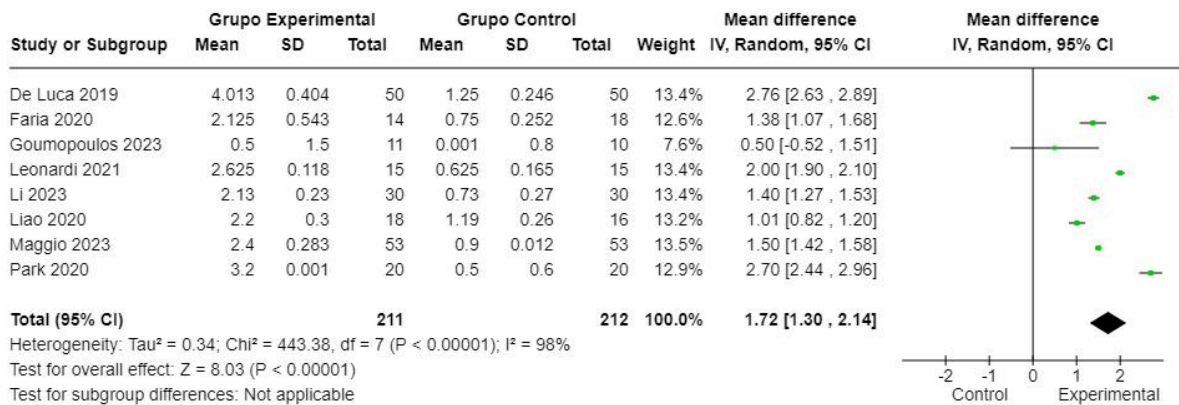
**Comparación 2, Cognición Global. Resultado: MoCA. Realidad Virtual versus**

**Tratamiento Tradicional**

Para este análisis se consideró un total de  $n = 8$  estudios, con 211 participantes para el grupo experimental y 212 para el grupo de control. Las diferencias medias se obtuvieron mediante el modelo de efectos aleatorios y oscilaron entre 0.05 y 2.76. La diferencia media estimada fue de 1.72 (IC del 95%: 1.30 a 2.14). El metaanálisis evidenció diferencia significativa a favor de la intervención con TI ( $z = 8.03$ ,  $p < 0.001$ ), sin embargo, la heterogeneidad de este análisis alcanzó niveles estadísticamente altos de significancia, por lo que los resultados deben ser tomados con cautela ( $I^2 = 98\%$ ).

**Figura 3.3**

**Montreal Cognitive Assessment (MoCA)**



**Comparación 3, Atención. Resultado: CASI, CORSI-F, D2, SDMT, LOTCA-G,**

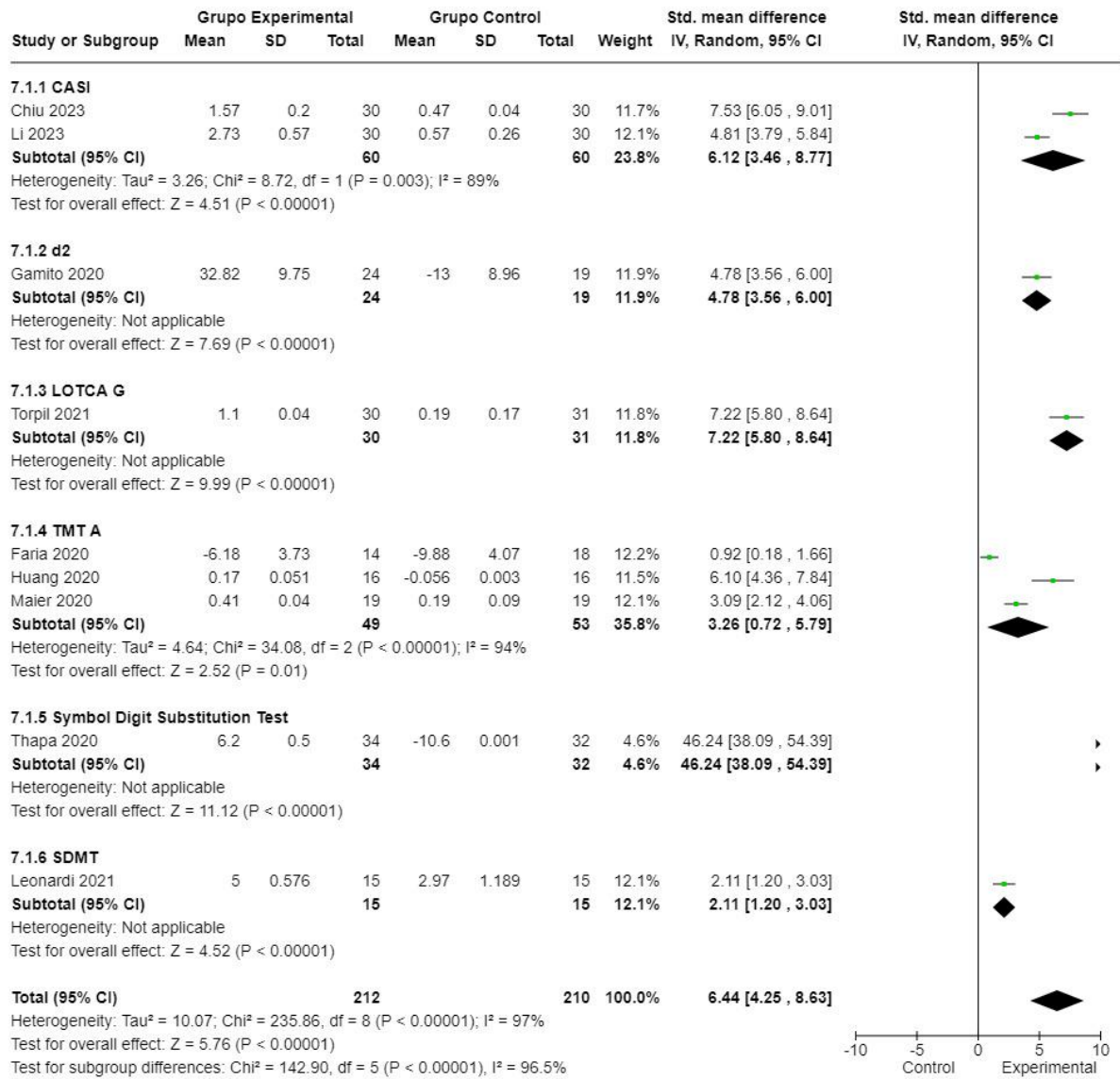
**TMT-A, SDST, SDMT. Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional**

Para este análisis de subgrupos se incluyeron un total de  $n = 9$  estudios con 212 participantes en el grupo experimental y 210 para el de control donde se clasificaron de acuerdo con las medidas de resultado (Para el TMT-A tres estudios, el *test* CASI dos estudios, para el D2, LOTCA-G, SDST, SDMT un estudio respectivamente). Las diferencias medias observadas oscilaron entre -0.92 y 46. La diferencia media estandarizada estimada basada en el modelo de efectos aleatorios fue de 6.44 (IC del 95%: 4.25 a 8.63). Existe en

estos resultados, significancia estadística a favor del grupo de intervención con TI ( $z = 5.76$ ,  $p < 0.001$ ). Los resultados son estadísticamente heterogéneos ( $I^2 = 96.5\%$ ).

**Figura 3.4**

*Atención*



**Comparación 4, Memoria de Trabajo. Resultado: Digit Span, PASAT, TL-D.**

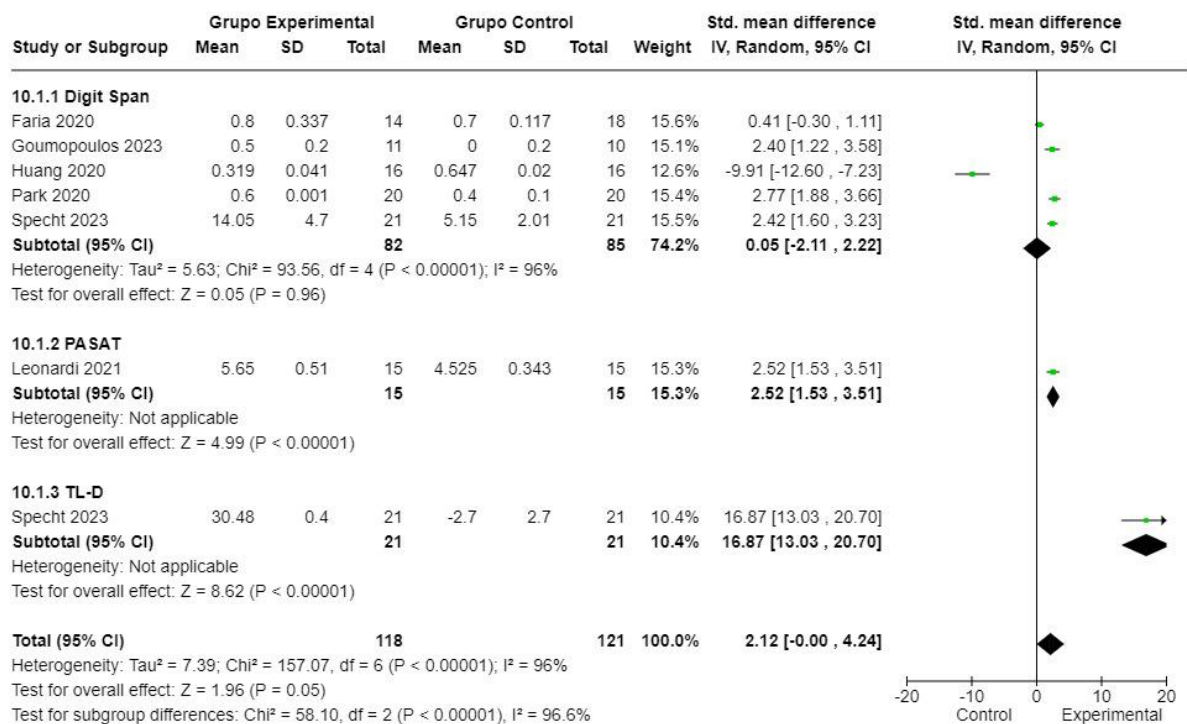
**Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional**

Para este análisis de subgrupos se incluyeron un total de n = 7 estudios con 118 participantes en el grupo experimental y 121 para el de control donde se clasificaron de acuerdo con las medidas de resultado (Para el Digit Span cinco estudios, para PASAT y TL-

D un estudio respectivamente). Las diferencias medias observadas oscilaron entre -9.91 y 16.87. La diferencia media estandarizada estimada basada en el modelo de efectos aleatorios fue de 2.12 (IC del 95%: 0.00 a 4.24). Estos hallazgos sugieren que existe una relación marginalmente significativa a favor del grupo de intervención con TI ( $z = 1.96$ ,  $p = 0.05$ ). Los resultados son estadísticamente heterogéneos ( $I^2 = 96.6\%$ ), Estos resultados al encontrarse al límite de la significancia y al ser interpretado en el contexto de la heterogeneidad no podrían ser sujetos de generalización.

**Figura 3.5**

*Memoria de Trabajo*



**Comparación 5, Habilidades Visuoespaciales. Resultado: ROCF, DOTCA-Ch,**

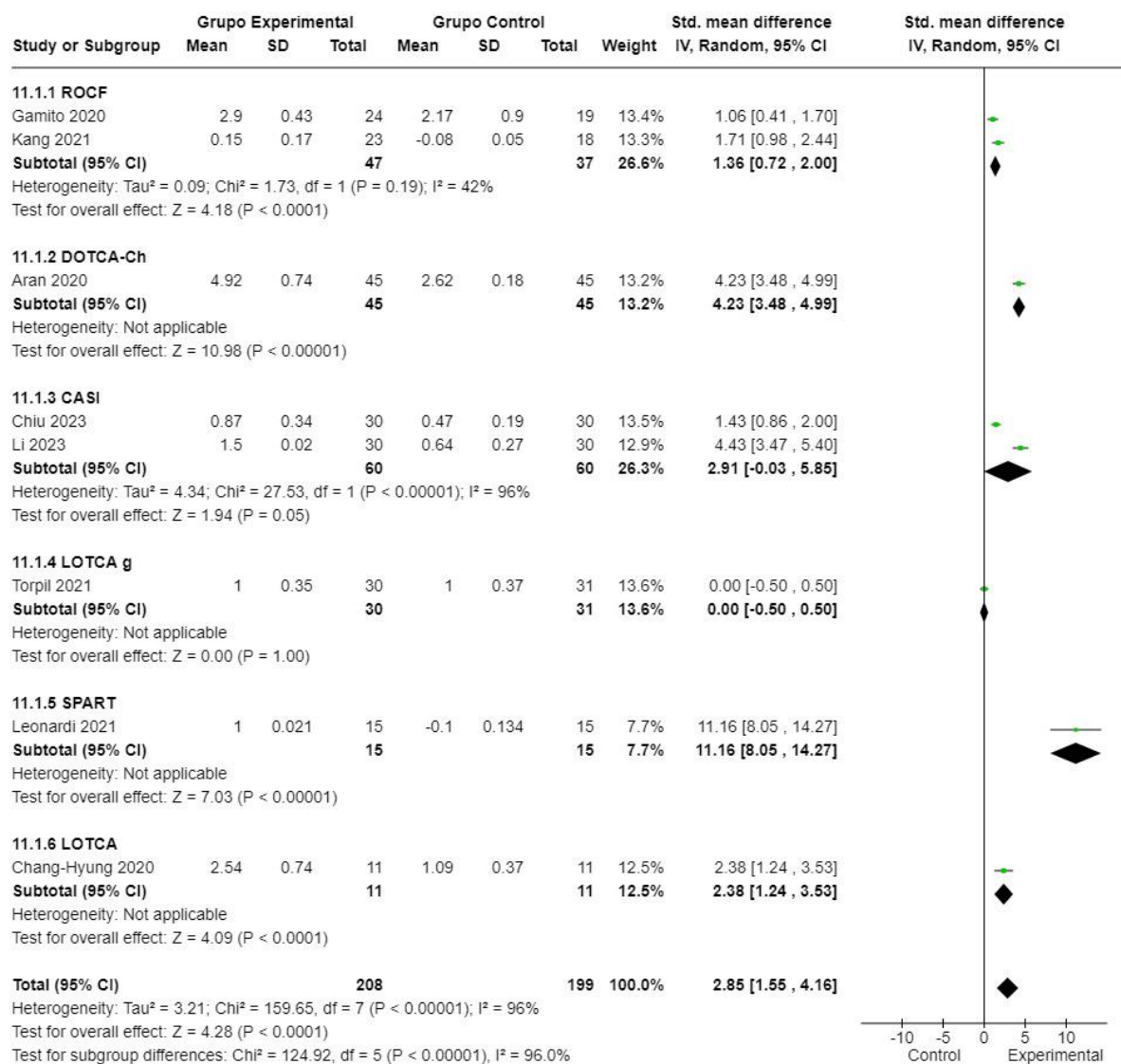
**CASI, LOTCA-G. Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional**

En estos resultados de subgrupos se incluyeron un total de  $n = 8$  estudios con 208 participantes en el grupo experimental y 199 para el de control, donde se clasificaron de acuerdo con las medidas de resultado (Para ROCF y CASI dos estudios, para DOTCA-Ch,

LOTCA-G, SPART y LOTCA un estudio respectivamente). Las diferencias medias observadas oscilaron entre 0 y 11.16. La diferencia media estandarizada estimada basada en el modelo de efectos aleatorios fue de 2.85 (IC del 95%: 1.55 a 4.16). El análisis refleja diferencia significativa a favor del grupo de intervención con TI ( $z = 4.28$ ,  $p < 0.001$ ). Los resultados revelan una alta heterogeneidad estadísticamente significativa ( $I^2 = 96.6\%$ ).

**Figura 3.6**

*Habilidades Visuoespaciales*

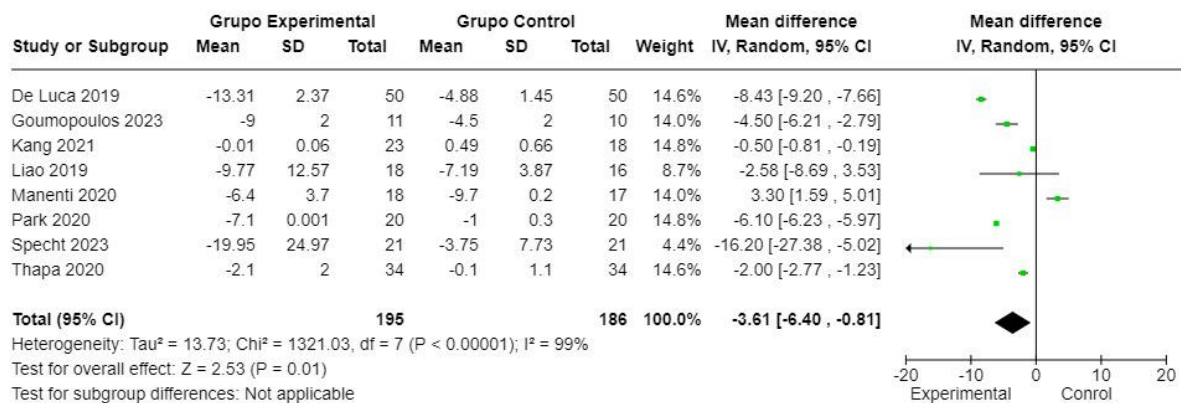


**Comparación 6, Velocidad de Procesamiento. Resultado: TMT-A. Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional**

Para este análisis se consideró un total de  $n = 8$  estudios, con 195 participantes para el grupo experimental y 186 para el grupo de control. Las diferencias medias se obtuvieron mediante el modelo de efectos aleatorios y oscilaron entre -16.20 y 3.3. La diferencia media estimada fue de -3.61 (IC del 95%: -6.4 a -0.81). El metaanálisis evidenció diferencia significativa a favor de la intervención con TI ( $z = 2.53, p = 0.01$ ), la heterogeneidad de este análisis alcanzó niveles estadísticamente altos de significancia, por lo que los resultados deben ser tomados con precaución ( $I^2 = 99\%$ ).

**Figura 3.7**

*Velocidad de procesamiento*



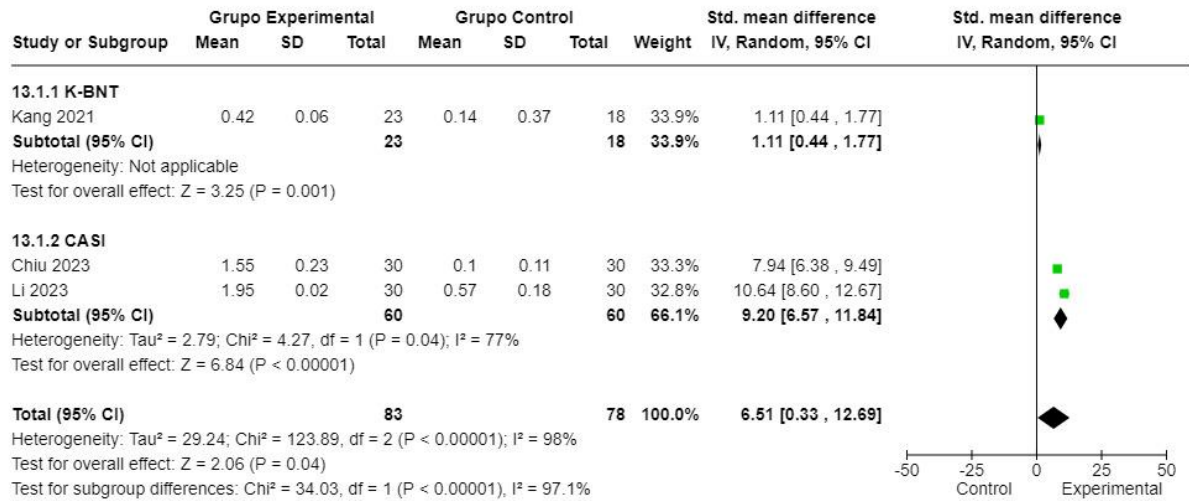
**Comparación 7, Lenguaje. Resultado: KBNT, CASI. Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional**

En el análisis de subgrupos se incluyeron un total de  $n = 3$  estudios con 83 participantes en el grupo experimental y 78 para el de control, donde se clasificaron de acuerdo con las medidas de resultado (KBNT un estudio y CASI dos estudios). Las diferencias medias observadas oscilaron entre 1.11 y 10.67. La diferencia media estandarizada estimada basada en el modelo de efectos aleatorios fue de 6.51 (IC del 95%: 0.33 a 12.69). Los resultados reflejan diferencia significativa a favor del grupo de

intervención con TI ( $z = 2.06$ ,  $p = 0.04$ ). Los resultados revelan una alta heterogeneidad estadísticamente significativa ( $I^2 = 97.1\%$ ).

**Figura 3.8**

*Lenguaje*

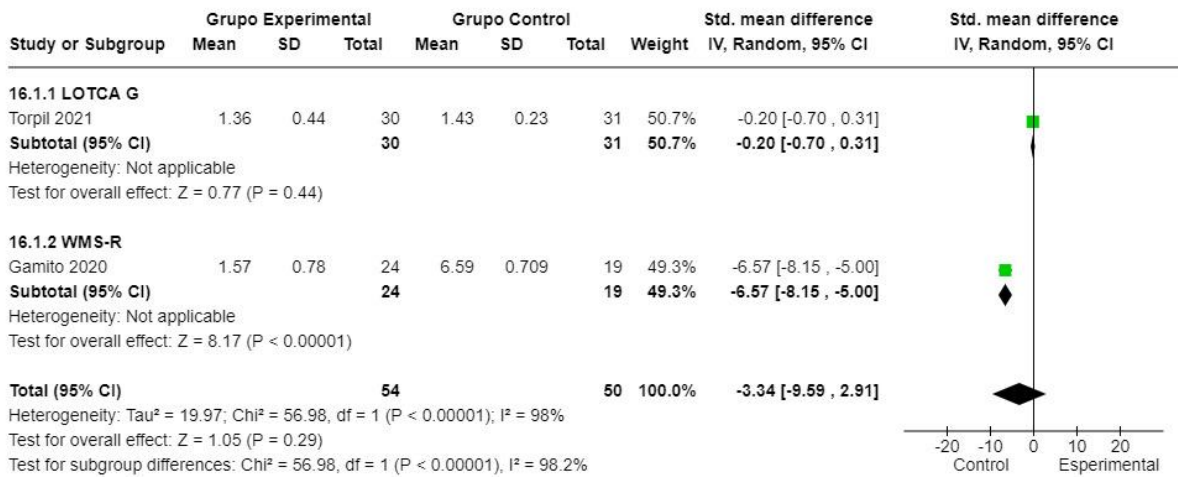


***Comparación 8, Memoria. Resultado: LOTCA-G, WMS-R. Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional***

Para este análisis de subgrupos se incluyeron un total de  $n = 2$  estudios con 54 participantes en el grupo experimental y 50 para el de control, donde se clasificaron de acuerdo con las medidas de resultado (LOTCA-G y WMS-R con un estudio respectivamente). Las diferencias medias observadas oscilaron entre -6.57 y -0.20. La diferencia media estandarizada estimada basada en el modelo de efectos aleatorios fue de -3.34 (IC del 95%: -9.59 a 2.91). Estos hallazgos no muestran diferencia significativa en cuenta a las intervenciones ( $z = 1.05$ ,  $p = 0.29$ ).

**Figura 3.9**

*Memoria*



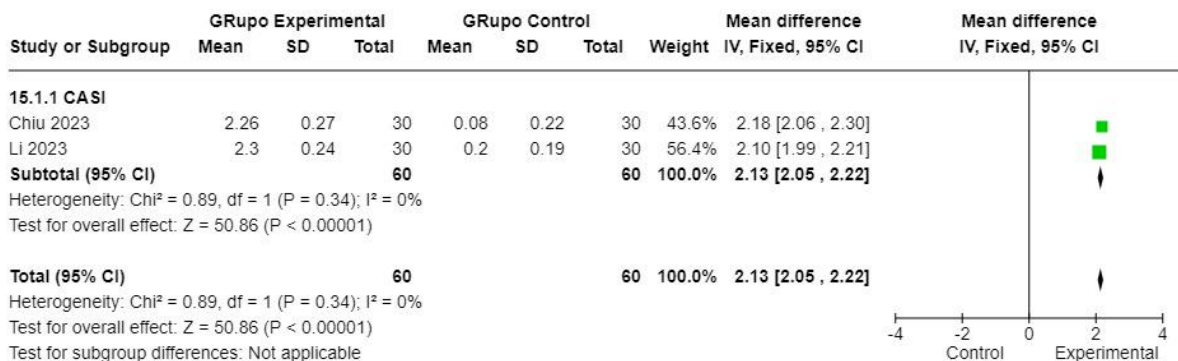
### Comparación 9, Memoria a corto plazo. Resultado: CASI. Realidad Virtual versus

#### Tratamiento Tradicional

Para este análisis se consideró un total de  $n = 2$  estudios, con 60 participantes para el grupo experimental y 60 para el grupo de control. Las diferencias medias se obtuvieron mediante el modelo de efectos fijos y oscilaron entre 2.18 y 2.10. La diferencia media estimada fue de 2.13 (IC del 95%: 2.05 a 2.22). El metaanálisis evidenció diferencia significativa a favor de la intervención con TI ( $z = 50.86$ ,  $p < 0.001$ ), los hallazgos sugieren homogeneidad ( $I^2 = 0\%$ ).

### Figura 3.10

#### Memoria a corto plazo

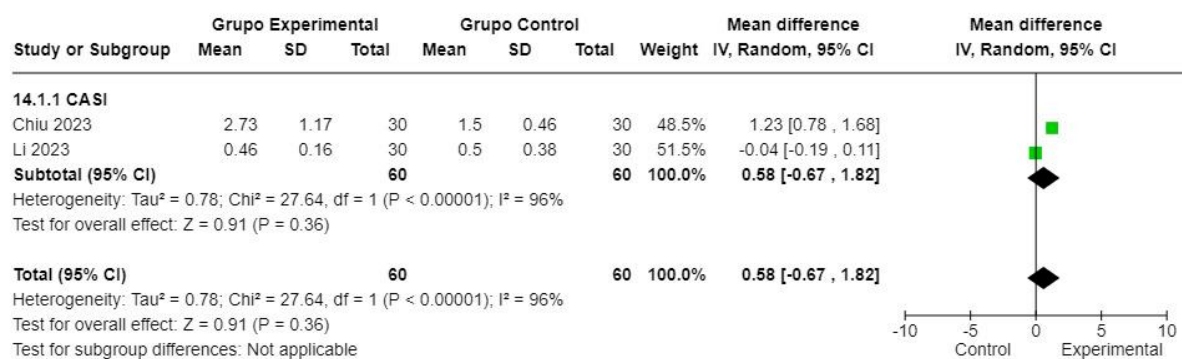


**Comparación 10, Memoria a largo plazo. Resultado: CASI. Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional**

Se incluyeron en el análisis un total de  $n = 2$  estudios, con 60 participantes para el grupo experimental y 60 participantes para el grupo de control. Las diferencias medias se obtuvieron mediante el modelo de efectos aleatorios y oscilaron entre -0.04 y 1.23. La diferencia media estimada fue de 0.58 (IC del 95%: -0.67 a 1.82). El metaanálisis no mostró diferencias significativas entre el tipo de intervención ( $z = 0.91$ ,  $p = 0.36$ ), así también se encontró un nivel de heterogeneidad estadísticamente significativo ( $I^2 = 96\%$ ).

**Figura 3.11**

*Memoria a largo plazo*



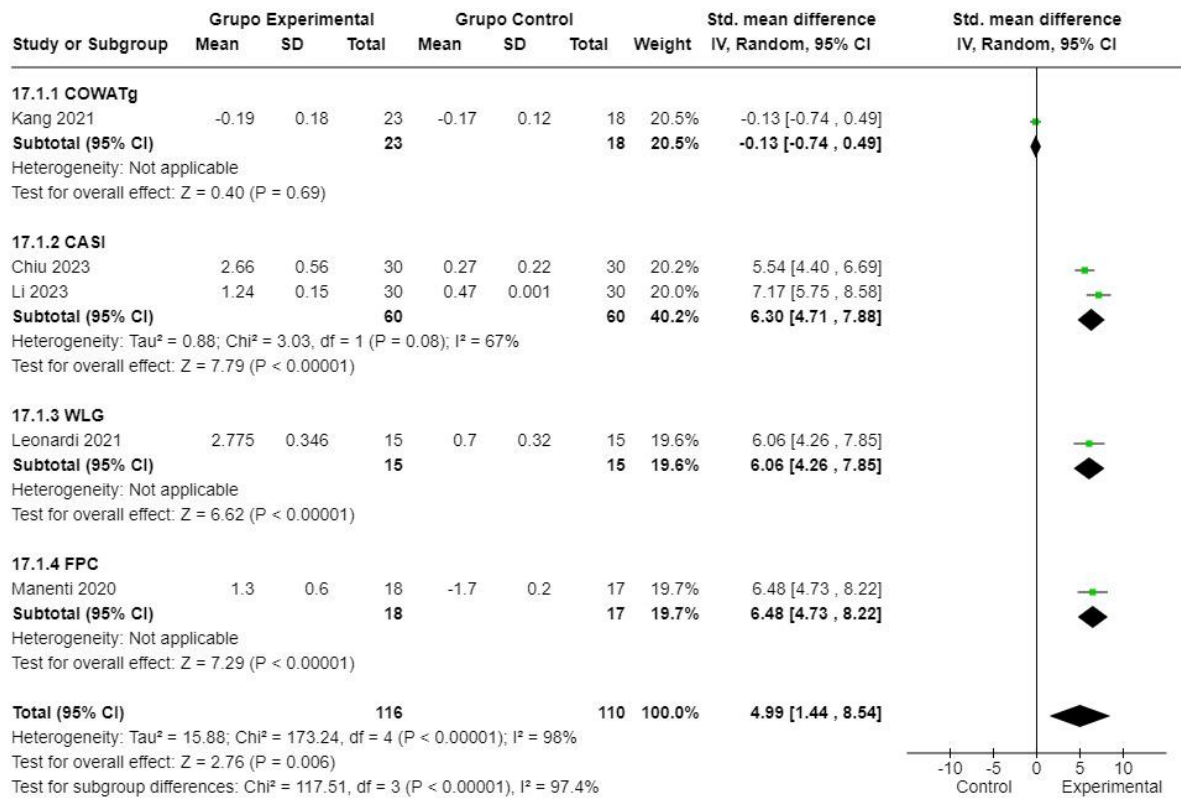
**Comparación 11, Funciones Ejecutivas (Fluidez Semántica). Resultado: COWATg, CASI, WLG, FPC. Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional**

En el análisis de subgrupos se incluyeron un total de  $n = 5$  estudios con 116 participantes en el grupo experimental y 110 para el de control, donde se clasificaron de acuerdo con las medidas de resultado (CASI dos estudios, COWATg, WLG y FPC un estudio respectivamente). Las diferencias medias observadas oscilaron entre -0.13 y 7.17. La diferencia media estandarizada estimada basada en el modelo de efectos aleatorios fue de 4.99 (IC del 95%: 1.44 a 8.54). Los resultados reflejan diferencia significativa a favor del

grupo de intervención con TI ( $z = 2.66$ ,  $p < 0.001$ ). Los resultados revelan una alta heterogeneidad estadísticamente significativa ( $I^2 = 97.4\%$ ).

**Figura 3.12**

*Funciones Ejecutivas (Fluidez Semántica)*



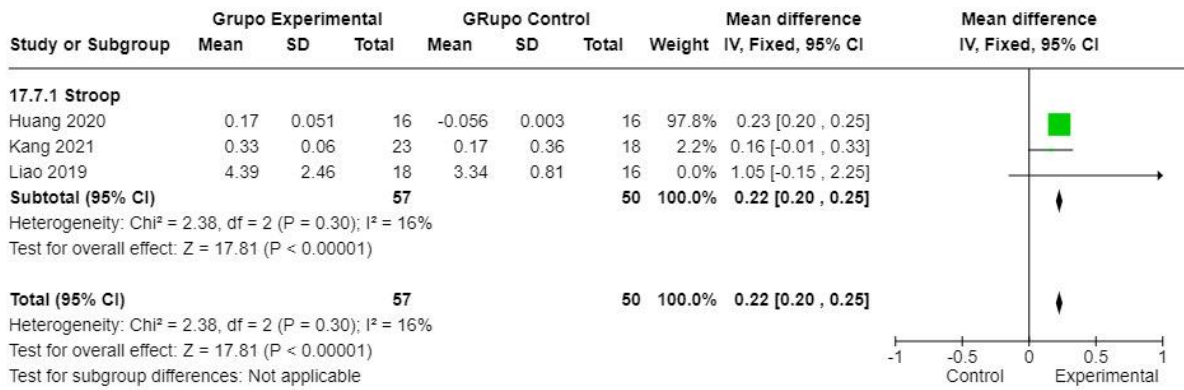
**Comparación 12, Funciones Ejecutivas (Inhibición). Resultado: Stroop. Realidad**

**Virtual versus Tratamiento Tradicional**

Para este análisis se consideró un total de  $n = 3$  estudios, con 57 participantes para el grupo experimental y 50 para el grupo de control. Las diferencias medias se obtuvieron mediante el modelo de efectos fijos y oscilaron entre 0.16 y 1.05. La diferencia media estimada fue de 0.22 (IC del 95%: 0.20 a 0.25). El metaanálisis evidenció diferencia significativa a favor de la intervención con TI ( $z = 17.81$ ,  $p < 0.001$ ), los resultados de Chi cuadrado sugieren una homogeneidad de los estudios ( $I^2 = 16\%$ ).

**Figura 3.13**

*Funciones Ejecutivas (Inhibición)*



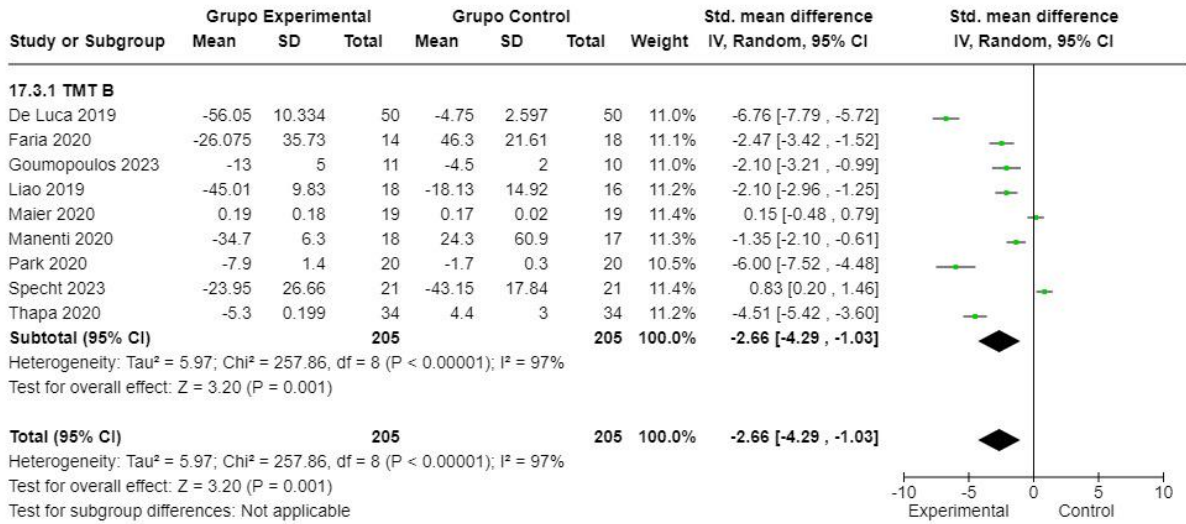
**Comparación 13, Funciones Ejecutivas (Flexibilidad Cognitiva). Resultado: TMT-**

**B. Realidad Virtual versus Tratamiento Tradicional**

En este análisis se incluyeron un total de n = 9 estudios con 205 participantes en el grupo experimental y 205 para el de control. Las diferencias medias observadas oscilaron entre -6.76 y 0.83. La diferencia media estandarizada estimada basada en el modelo de efectos aleatorios fue de -2.66 (IC del 95%: -4.29 a -1.03). Los resultados reflejan diferencia significativa a favor del grupo de intervención con TI (z = 3.20, **p < 0.001**). Los resultados revelan una alta heterogeneidad estadísticamente significativa (I<sup>2</sup> = 97%).

**Figura 3.14**

*Funciones Ejecutivas (Flexibilidad Cognitiva)*

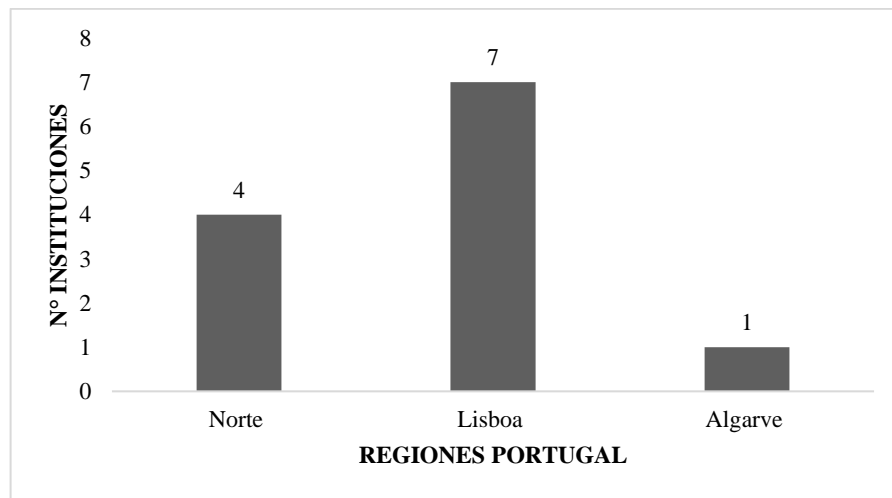


### 3.2 Resultado, encuestas a entidades nacionales

En total se contactó con doce instituciones que accedieron participar en el estudio de manera anónima. La figura 3.15 proporciona detalles sobre la ubicación geográfica por regiones, resaltando que la región Lisboa fue donde se concentró el mayor número de datos.

**Figura 3.15**

*Instituciones participantes*



El análisis de la entrevista semiestructurada arrojó los siguientes resultados: los tiempos de implementación de las TI en las terapias van desde el año 2015 hasta el año 2022. Las fases etarias que son atendidas se concentran en su gran mayoría 32,43% en ancianos, 24,32% en adultos, 21,62% para adolescentes y el mismo porcentaje para niños. Las medidas de resultados en una totalidad evalúan la cognición global y los procesos cognitivos con test validados para la población portuguesa.

En cuanto a los resultados obtenidos en el cuestionario, podemos observar en el dominio 1 (Figura 3.16 y 3.17) que la RV y el uso de *haptics* son ocupados en un 100% en intervenciones neuropsicológicas, seguido por la RA con un bajo nivel de aplicación 8.33% y un 0% de utilización para RM.

Además, se evidencia que las instituciones atienden en su mayoría a pacientes con Demencia/Alzhéimer con un 91.67%, Accidente Cerebrovascular 83.33% y Deterioro cognitivo leve en un 75%, seguido de un 16.67% en casos de afasias.

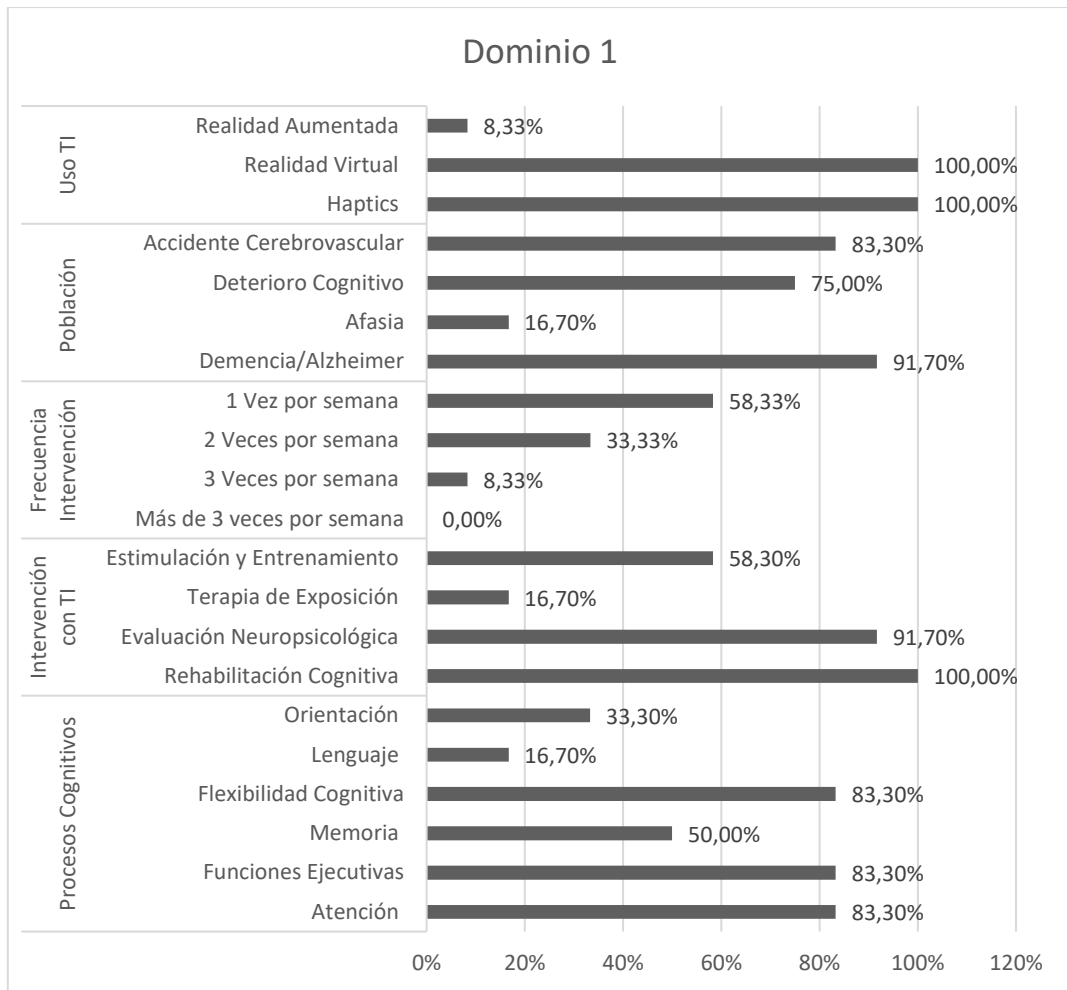
En cuanto a la frecuencia de las intervenciones, las entidades portuguesas revelan un 58.33% en sesiones de una vez por semana, 33.33% a dos veces por semana y 8.33% tres veces por semana.

En referente a las intervenciones cognitivas, la rehabilitación y la evaluación neuropsicológica son utilizadas en un 100 y 91.67% respectivamente seguidos por la estimulación y el entrenamiento cognitivo con un 58.33% y en menor medida la terapia de exposición con un 16.67%.

También observamos que las intervenciones con TI están direccionadas en un 83.33% a procesos cognitivos como la atención, flexibilidad cognitiva y las funciones ejecutivas, seguidos de un 50% a la memoria y en menor porcentaje a la orientación con un 33.33% y a el lenguaje con un 16.67%.

### **Figura 3.16**

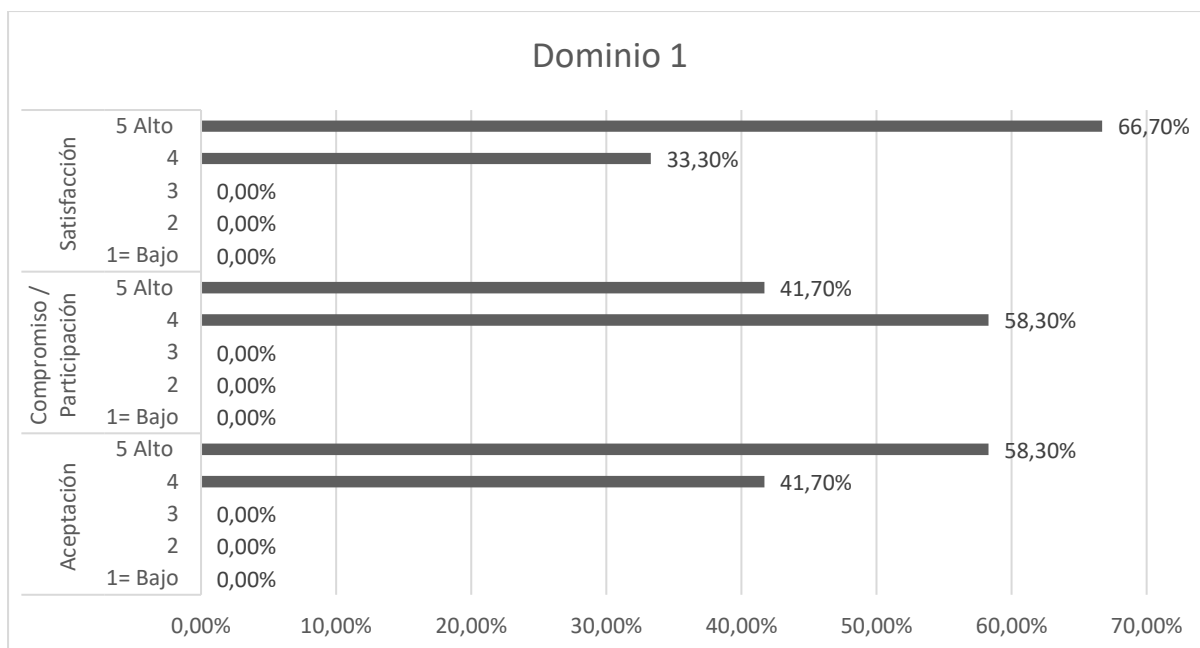
*Dominio 1 Uso de Tecnologías Inmersivas, parte 1*



En cuanto a los niveles de aceptación, y compromiso y participación de los pacientes, las respuestas de las instituciones participantes se concentran más en un promedio alto 58,3% y medio alto 41,7%, en cuanto al nivel de satisfacción la tendencia de respuestas se orienta al 66,7% nivel alto y 33,30 nivel medio alto.

**Figura 3.17**

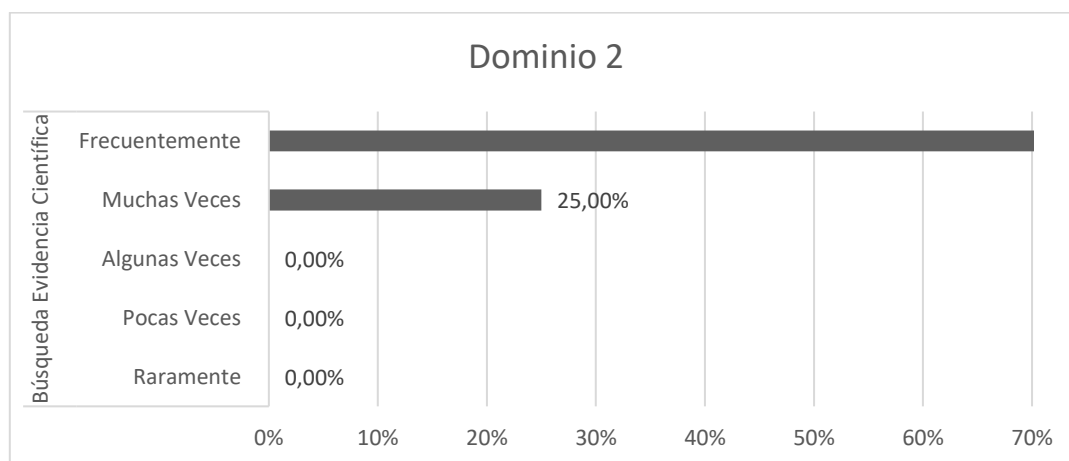
*Dominio 1 Uso de Tecnologías Inmersivas, parte 2*



Los resultados obtenidos en el dominio 2 muestran que un 75% las instituciones realizan búsquedas relacionadas con el uso de TI frecuentemente y un 25% muchas veces (Figura 3.18).

**Figura 3.18**

*Dominio 2 Resultados de las intervenciones aplicadas con TI*



También se observa que 83,33% de las instituciones no han realizado estudios de validación de las TI que utilizan en la población portuguesa, de estas un 10% está utilizando adaptaciones internacionales, 8,33% hicieron análisis entre grupos. Del 16,67% que sí han

utilizado estudios de validación el 50% indica que han realizado estudios de eficacia en rehabilitación cognitiva y el otro 50% realizaron análisis entre grupos.

En el dominio 3 (Figura 3.19) los participantes, en lo referente a como ha sido realizada la implementación de las TI en neuropsicología se encuentra que el 100% trabaja con la adquisición directa de equipos y dispositivos tecnológicos, seguido por la colaboración con empresas externas especializadas con un 58,33%, mientras que solo un 8,33% de ellos optaron por adaptar instrumentos existentes.

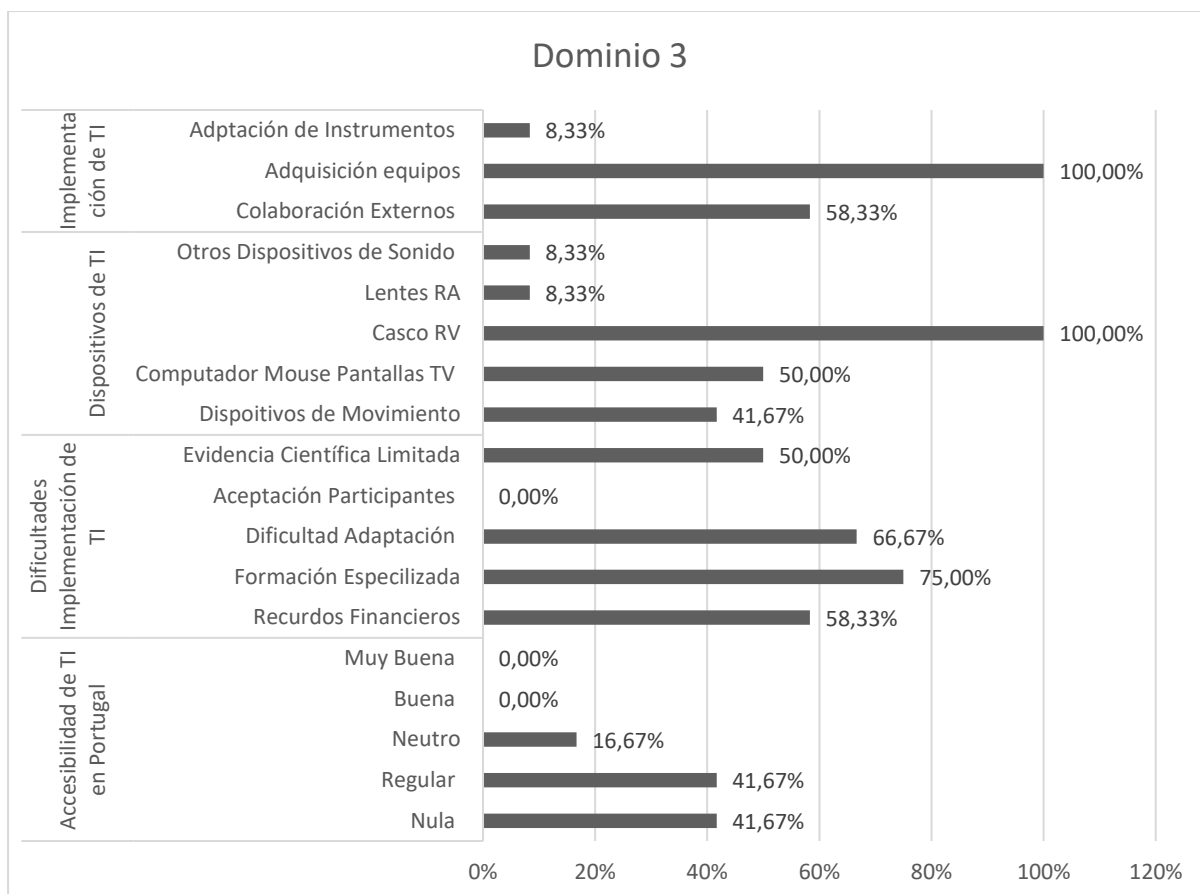
Entre los dispositivos más utilizados, los cascos de RV se ocupan en un 100% de las instituciones, un 50% usan pantallas y computadoras, un 41,67% ocupan dispositivos de movimiento y únicamente un 8,33% utilizan recursos como lentes de RA y otros dispositivos de sonido.

Entre las dificultades para implementar TI, destacan la falta de formación especializada en un 75%, así como de recursos financieros en un 58,33%. Además, los resultados muestran que un 66,67% experimentaron dificultades en la adaptación de programas de entrenamiento, el 50% se centraron en la evidencia científica limitada.

Las instituciones nacionales evalúan la disponibilidad y accesibilidad de TI en Portugal con un 41,67% para regular y nula, y un 16,67 en neutro.

### **Figura 3.19**

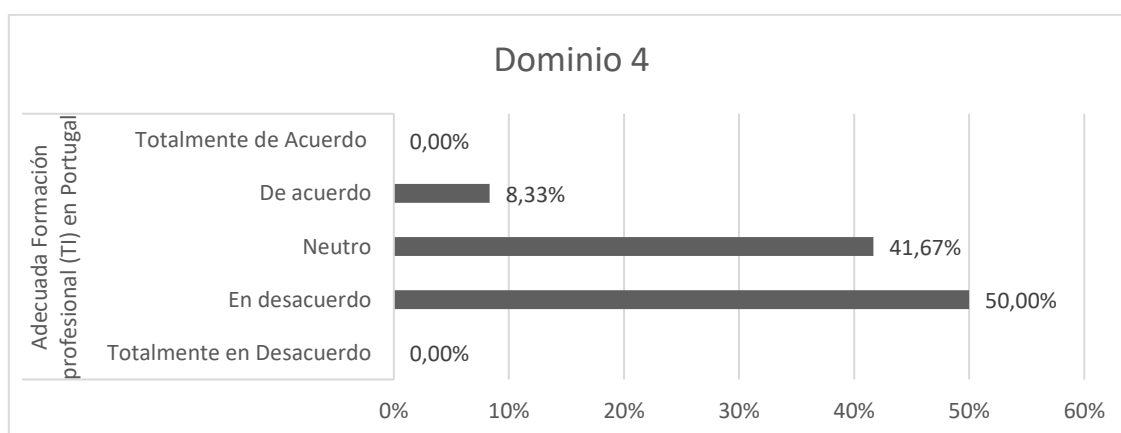
*Dominio 3 Implementación y barreras en Tecnologías Inmersivas*



Para el dominio 4 un 50% de las instituciones está en desacuerdo de que exista una formación profesional que aborde adecuadamente las TI en Portugal, un 41,67 se mantienen neutrales y solo un 8,33% está de acuerdo (Figura 3.20).

**Figura 3.20**

*Dominio 4 Formación Académica y Profesional en TI*

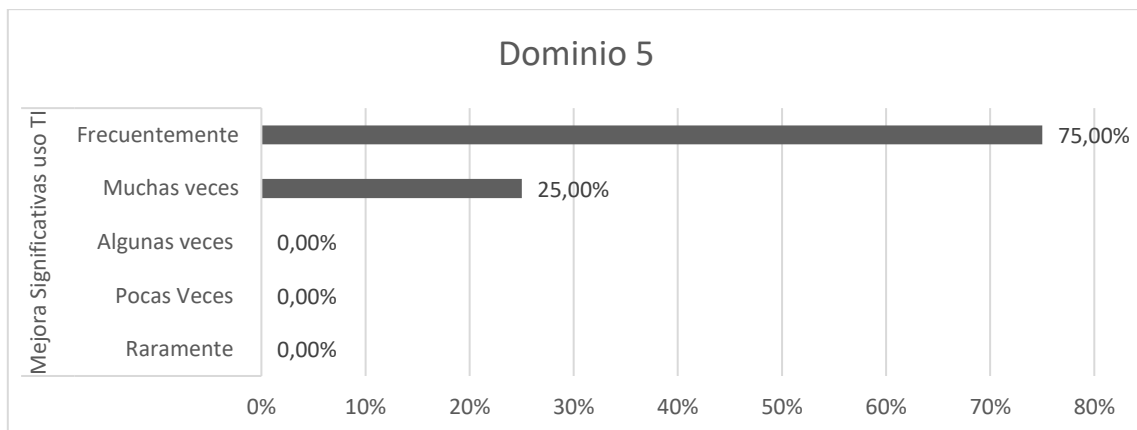


En cuanto a las expectativas y necesidades en términos de formación, investigación y colaboración para que las TI se aproximen al ideal, el 46,67% de las respuestas engloban que debería invertir más en investigación y validación de las herramientas de TI para intervenciones cognitivas, el 33,33% opinan que debería existir una formación especializada en estas áreas, tanto en las universidades como en formaciones de la Orden de los Psicólogos Portugueses, el 13,33% creen que debería existir más colaboraciones entre instituciones y el 6,67% piensan que debería haber un aumento en el interés de la aplicación de TI en el campo de la neuropsicología.

Por su parte en el Dominio 5 se encuentra que el 75% de las instituciones participantes encontraron mejoras significativas en sus pacientes luego de las intervenciones con TI y 25 % muchas veces (Figura 3.21).

**Figura 3.21**

*Dominio 5 Resultados de las intervenciones aplicadas con TI*



Los resultados para el dominio 6 demuestran que las expectativas para el desenvolvimiento y avance de TI en la neuropsicología en Portugal orientan sus respuestas a aun 55,56% al desarrollo o adquisición de nuevas aplicaciones de RV, RA y RM, que sean accesibles en el territorio nacional, 33,33% espera que existan validaciones de las técnicas para la población portuguesa y un amento en la investigación, 11,11% esperan que exista un impacto significativo en el uso de TI.

En respuesta a las áreas y disturbios neuropsicológicos donde piensa que las TI pueden tener un mayor impacto en el futuro, el 40% de las contestaciones encajan en los trastornos neurodegenerativos, el 23,33% al Accidente Cerebro Vascular, el 16,67% a Lesiones Cerebrales, el 13,33% a los Trastornos del Neurodesarrollo y el 6,67% a Trastornos Psicológicos como estrés o ansiedad.

Con relación a la pregunta ¿Piensa que las técnicas inmersivas tienen el potencial de mejorar los resultados de tratamiento y de la rehabilitación en comparación con los abordajes tradicionales?, se obtiene que el 100% de las instituciones piensan que las TI tienen el potencial de mejorar los resultados en comparación con las técnicas tradicionales. Sus justificaciones se orientan en un 33,33% a que se puede intervenir en diferentes entornos reales y virtuales, así como en ambientes controlados y envolventes, un 28,57% dicen que las TI se adaptan a las necesidades clínicas de los pacientes, un 23,81% manifiestan que se aumenta el interés de los pacientes y su adherencia a los tratamientos y un 14,29% piensan que el obtener un *feedback* en tiempo real contribuye a la mejoría de los resultados.

## 4 Discusión

Hasta donde se conoce este es el primer estudio que combina una RSL con metaanálisis y un cuestionario, para conocer la realidad nacional sobre la eficacia y el uso de TI en rehabilitación y entrenamiento cognitivo en poblaciones diversificadas. Esta RSL se realizó para estudiar los efectos de las TI en las intervenciones cognitivas en diversas poblaciones, se proporcionó análisis descriptivos que caracterizaban los estudios.

El principal resultado muestra que el uso de las TI como la RV, RA y RM mejoran varios procesos cognitivos (Función Cognitiva Global, Atención, Funciones Ejecutivas, Velocidad de Procesamiento), estas tecnologías han sido utilizadas principalmente como estrategias de rehabilitación en poblaciones que han sufrido un ACV, personas con Demencia, DCL, Esclerosis Múltiple, Parálisis Cerebral y como estimulación cognitiva en personas sanas. La evidencia proporcionada respalda el uso de las TI como forma de intervención en la rehabilitación y estimulación cognitiva en diferentes poblaciones.

En Portugal el uso de las TI en entidades especializadas abarca en su mayoría el uso de la RV como técnica de intervención, seguida con un bajo uso de la RA y un nulo uso de la RM, esto se evidencia también en la RSL donde mayoritariamente se utiliza la RV en la intervención neuropsicológica. Porter & Heppelmann, 2017, explican este fenómeno al mencionar que la RV es más asequible que las otras tecnologías de inmersión, tiene un costo más económico y existe más disponibilidad tanto de los equipos como de los programas o juegos.

La frecuencia de las intervenciones con TI en la RSL muestra que no existe una generalidad y que depende mucho del tipo población y de los objetivos de la terapia, lo más común en pacientes con alguna patología es 3 veces por semana, en la realidad del contexto portugués la mayoría de los profesionales realizan intervenciones una vez por semana, lo que

puede ser un impacto económico, ya que en las investigaciones no implica un costo adicional para los usuarios.

En la RSL se evidencia que todos los estudios utilizan medidas de resultados estandarizadas y validadas para sus países, lo que aumenta la calidad y la efectividad de los resultados, en el contexto portugués no se está aplicando medidas de resultado estandarizadas, esto puede provocar que los resultados pierdan credibilidad, por lo que es necesario solventar esta brecha, y aumentar la motivación en investigaciones en esta área.

En cuanto a los resultados obtenidos en el metaanálisis se encontró que las intervenciones cognitivas con TI tienen un efecto positivo en las mejoras de las funciones cognitivas, específicamente se evidenció que la Cognición Global medida a través del MoCA, presenta mejores resultados después de la estimulación cognitiva con TI, lo que tiene concordancia con el metaanálisis de Yan y colaboradores, 2022 donde se evidenció que la Cognición Global evaluada con el MoCA mejoraba después de la rehabilitación con TI.

Se evidencia también que las TI tienen un impacto positivo en la atención independientemente de la medida de resultado utilizada para la evaluación, la heterogeneidad de estos análisis es estadísticamente alta lo que se explica por las poblaciones diversificadas y el uso de diferentes técnicas de intervención. Estos resultados coinciden con los de Kim y colaboradores, 2019 donde se muestra que la atención mejora significativamente después de la intervención con TI, pero sus resultados muestran una alta heterogeneidad que la explican por la variabilidad poblacional y de las medidas de resultado.

Zhang y colaboradores, 2021 concluyeron que las TI son eficaces y significativas en la rehabilitación de diferentes funciones cognitivas como la memoria de trabajo, habilidades visuoespaciales, velocidad de procesamiento y lenguaje; lo que coincide con este estudio donde los resultados alcanzan la diferencia significativa a favor de las TI en estos mismos

procesos cognitivos, sin embargo, es importante considerar que estos resultados pueden no ser generalizados por su alto nivel de heterogeneidad.

La memoria a corto plazo muestra una diferencia significativa en las intervenciones con TI, tanto en los resultados de este estudio donde se evidencio que este dominio cognitivo evaluado por el CASI tiene un efecto positivo en las mejoras cognitivas, así como en el estudio de Chen y colaboradores, 2022 donde la memoria a corto plazo mejora significativamente a favor de las TI.

Con relación a las Funciones Ejecutivas, se evidenciaron diferencias significativas en todos los dominios cognitivos (fluidez semántica, inhibición y flexibilidad cognitiva) respaldando el uso de TI en la intervención de las FE. Esto está en armonía con los estudios de Chen y colaboradores, 2022; Zhang y colaboradores, 2021 y Zhong y colaboradores, 2021 donde las FE muestran mejoras significativas después de la intervención con TI.

En conclusión, estos resultados apuntan a los beneficios potenciales de las intervenciones basadas en TI en los procesos cognitivos, aunque los resultados específicos variarán según la población que se estudie y las medidas de resultado utilizadas. Es importante destacar que se necesita más investigación para comprender mejor los mecanismos subyacentes y la efectividad de las intervenciones basadas en TI en diferentes poblaciones y contextos clínicos, ya que la mayoría de evidencia científica arroja altos niveles de heterogeneidad en los resultados.

## **5. Recomendaciones para mejorar las intervenciones cognitivas en la práctica clínica**

- Establecer protocolos estandarizados de intervención con TI para garantizar la eficacia y reproducibilidad de los tratamientos.
- Impulsar la formación y capacitación de los profesionales en el uso de las TI, para asegurar su correcta implementación y aprovechamiento.
- Fomentar investigaciones que aborden las discrepancias y lagunas identificadas en la literatura, especialmente en lo que respecta a la eficacia global de las TI.
- Desarrollar estrategias para personalizar las intervenciones basadas en TI, adaptándolas a las necesidades y características de cada paciente.
- Utilizar las capacidades multisensoriales de las TI para crear experiencias más envolventes y efectivas.
- Trabajar en la reducción de costos y en la mejora de la accesibilidad de estas tecnologías para su uso más generalizado en la práctica clínica.

## 6. Recomendaciones Generales

- Utilizar medidas conocidas para resultados cognitivos, así como reportar datos que pueden resultar valiosos, con el fin de facilitar la comprensión, la realización de futuros metaanálisis y comparaciones.
- Que se reporten en los estudios la diferencia de las medias, las DE y el tamaño del efecto, con la finalidad de facilitar el entendimiento de las intervenciones con TI en los procesos cognitivos.
- Considerar realizar estudios que se centren específicamente en los procesos cognitivos, con el fin de garantizar que existan posibles interferencias de otras variables que puedan de manera directa o indirecta influir en la eficiencia de las intervenciones con TI, como por ejemplo la rehabilitación motora-cognitiva.
- Ampliar la diversificación poblacional, ya que en su gran parte se concentran el ACV, DCL, Demencias, pero son áreas poco exploradas los trastornos del neurodesarrollo, esquizofrenia y otras patologías neurológicas o psiquiátricas.
- Que se reporte el estado de clínico de las muestras, es decir la gravedad o el deterioro, es importante en este tipo de estudios y en estas poblaciones.
- Que se cree una motivación colectiva en cuanto a la investigación de tecnologías inmersivas, ya que van de mano con los avances de la vida actual.

## **7. Limitaciones**

Esta investigación presenta diferentes limitaciones. En lo referente a la RSL con metaanálisis, la búsqueda de la literatura se realizó en cuatro librerías digitales en idioma inglés, por lo que existe la posibilidad de que algunos artículos que deberían haberse incluido no fueran considerados. Al ser considerados únicamente estudios experimentales con grupo de control el número de estudios incluidos fue limitado. De los artículos incluidos ( $n = 26$ ) presentaron diferencias en torno a las intervenciones con tecnologías inmersivas, la frecuencia y la duración del tratamiento, por lo que existió una alta heterogeneidad.

## Bibliografía

- Alarcón Palacios, M., Ojeda Gómez, R. C., Ticse Huaricanha, I. L., & Cajachagua Hilario, K. (2015). Análisis crítico de ensayos clínicos aleatorizados: Riesgo de sesgo. *Revista Estomatológica Herediana*, 25(4), Article 4.
- Almeida, L., & Freire, T. (1997). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação* (1ra Edição). Lusografe.
- Aminov, A., Rogers, J. M., Middleton, S., Caeyenberghs, K., & Wilson, P. H. (2018). What do randomized controlled trials say about virtual rehabilitation in stroke? A systematic literature review and meta-analysis of upper-limb and cognitive outcomes. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 15(1), 29.  
<https://doi.org/10.1186/s12984-018-0370-2>
- Aran, O. T., Şahin, S., Köse, B., Ağce, Z. B., & Kayihan, H. (2020). Effectiveness of the virtual reality on cognitive function of children with hemiplegic cerebral palsy: A single-blind randomized controlled trial. *International Journal of Rehabilitation Research*, 43(1), 12-19. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000378>
- Aruanno, B., & Garzotto, F. (2019). MemHolo: Mixed reality experiences for subjects with Alzheimer's disease. *Multimedia Tools and Applications*, 78(10), Article 10.  
<https://doi.org/10.1007/s11042-018-7089-8>
- Bahar-Fuchs, A., Clare, L., & Woods, B. (2013). Cognitive training and cognitive rehabilitation for persons with mild to moderate dementia of the Alzheimer's or vascular type: A review. *Alzheimer's Research & Therapy*, 5(4), 35.  
<https://doi.org/10.1186/alzrt189>
- Barsom, E. Z., Graafland, M., & Schijven, M. P. (2016). Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training. *Surgical Endoscopy*, 30(10), Article 10. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4800-6>

- Brown, P., Waite, F., Lambe, S., Jones, J., Jenner, L., Diamond, R., & Freeman, D. (2022). Automated Virtual Reality Cognitive Therapy (gameChange) in Inpatient Psychiatric Wards: Qualitative Study of Staff and Patient Views Using an Implementation Framework. *JMIR Formative Research*, 6(4), e34225. <https://doi.org/10.2196/34225>
- Cao, Y., Huang, X., Zhang, B., Kranz, G. S., Zhang, D., Li, X., & Chang, J. (2021). Effects of virtual reality in post-stroke aphasia: A systematic review and meta-analysis. *Neurological Sciences*, 42(12), 5249-5259. <https://doi.org/10.1007/s10072-021-05202-5>
- Carbonell, M. A. V., & Silva-Ortega, J. I. (2020). Tendencias y características de la realidad virtual: Una revisión de la literatura entre los años 2017 y 2018. *Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.17981/cesta.01.01.2020.04>
- Chen, X., Liu, F., Lin, S., Yu, L., & Lin, R. (2022). Effects of Virtual Reality Rehabilitation Training on Cognitive Function and Activities of Daily Living of Patients With Poststroke Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 103(7), 1422-1435. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.03.012>
- Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., & Tian, M. (2019). An overview of augmented reality technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(2), 022082. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022082>
- Chicchi Giglioli, I. A., Pallavicini, F., Pedroli, E., Serino, S., & Riva, G. (2015). Augmented Reality: A Brand New Challenge for the Assessment and Treatment of Psychological Disorders. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2015, e862942. <https://doi.org/10.1155/2015/862942>

- Clare, L., Woods, R. T., Moniz Cook, E. D., Orrell, M., & Spector, A. (2003). Cognitive rehabilitation and cognitive training for early-stage Alzheimer's disease and vascular dementia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, CD003260.  
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD003260>
- De Luca, R., Maggio, M. G., Maresca, G., Latella, D., Cannavò, A., Sciarrone, F., Lo Voi, E., Accorinti, M., Bramanti, P., & Calabrò, R. S. (2019). Improving Cognitive Function after Traumatic Brain Injury: A Clinical Trial on the Potential Use of the Semi-Immersive Virtual Reality. *Behavioural Neurology*, 2019, e9268179.  
<https://doi.org/10.1155/2019/9268179>
- Dias, P., Silva, R., Amorim, P., Lains, J., Roque, E., Serôdio, I., Pereira, F., Santos, B., & Potel, M. (2019). Using Virtual Reality to Increase Motivation in Poststroke Rehabilitation. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 39, 64-70.  
<https://doi.org/10.1109/MCG.2018.2875630>
- Espert Tortajada, R., & Villalba, S. (2014). Estimulación cognitiva: Una revisión neuropsicológica. *Terapeía: estudios y propuestas en ciencias de la salud*, 6, 73-94.
- Giachero, A., Calati, M., Pia, L., La Vista, L., Molo, M., Rugiero, C., Fornaro, C., & Marangolo, P. (2020). Conversational Therapy through Semi-Immersive Virtual Reality Environments for Language Recovery and Psychological Well-Being in Post Stroke Aphasia. *Behavioural Neurology*, 2020, e2846046.  
<https://doi.org/10.1155/2020/2846046>
- Gómez-García, M., Trujillo-Torres, J. M., Aznar-Díaz, I., & Cáceres-Reche, M. P. (2018). Augment reality and virtual reality for the improvement of spatial competences in Physical Education. *Journal of Human Sport and Exercise - 2018 - Spring Conferences of Sports Science*. *Journal of Human Sport and Exercise - 2018 - Spring Conferences of Sports Science*. <https://doi.org/10.14198/jhse.2018.13.Proc2.03>

- Gonçalves, G., Monteiro, P., Coelho, H., Melo, M., & Bessa, M. (2021). Systematic Review on Realism Research Methodologies on Immersive Virtual, Augmented and Mixed Realities. *IEEE Access*, 9, 89150-89161.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3089946>
- González, C., Vallejo, D., Albusac, J., & Castro, J. (2013). *Realidad aumentada. Un enfoque práctico con ARToolkit y Blender*. Bubok Publishing S.L.
- Green, D. P., Rose, M., Bevan, C., Farmer, H., Cater, K., & Fraser, D. S. (2021). ‘You wouldn’t get that from watching TV!’: Exploring audience responses to virtual reality non-fiction in the home. *Convergence*, 27(3), 805-829.  
<https://doi.org/10.1177/1354856520979966>
- Hao, J., Yao, Z., Harp, K., Gwon, Dr. Y., Chen, Z., & Siu, K.-C. (2023). Effects of virtual reality in the early-stage stroke rehabilitation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Physiotherapy Theory and Practice*, 39(12), 2569-2588. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2094302>
- Harz, N., Hohenberg, S., & Homburg, C. (2022). Virtual Reality in New Product Development: Insights from Prelaunch Sales Forecasting for Durables. *Journal of Marketing*, 86(3), Article 3. <https://doi.org/10.1177/00222429211014902>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.
- Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (2019a). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. John Wiley & Sons.
- Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (2019b). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. John Wiley & Sons.

- Kim, O., Pang, Y., & Kim, J.-H. (2019). The effectiveness of virtual reality for people with mild cognitive impairment or dementia: A meta-analysis. *BMC Psychiatry*, *19*(1), 219. <https://doi.org/10.1186/s12888-019-2180-x>
- Leonardi, S., Maggio, M. G., Russo, M., Bramanti, A., Arcadi, F. A., Naro, A., Calabrò, R. S., & De Luca, R. (2021). Cognitive recovery in people with relapsing/remitting multiple sclerosis: A randomized clinical trial on virtual reality-based neurorehabilitation. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, *208*, 106828. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2021.106828>
- Lian, W. (2022). Application of Virtual Reality Technology and Its Impact On Digital Health In Healthcare Industry. *Journal of Commercial Biotechnology*, *27*(4), Article 4. <https://doi.org/10.5912/jcb1320>
- Liao, Y.-Y., Chen, I.-H., Lin, Y.-J., Chen, Y., & Hsu, W.-C. (2019). Effects of Virtual Reality-Based Physical and Cognitive Training on Executive Function and Dual-Task Gait Performance in Older Adults With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Control Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *11*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2019.00162>
- Marrón, E. M., Alisente, J. L. B., Izaguirre, N. G., & Rodríguez, B. G. (2011). *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica*. Editorial UOC.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*, *E77-D*, n.º 12, 1321-1329.
- Morina, N., Ijntema, H., Meyerbröker, K., & Emmelkamp, P. M. G. (2015). Can virtual reality exposure therapy gains be generalized to real-life? A meta-analysis of studies applying behavioral assessments. *Behaviour Research and Therapy*, *74*, 18-24. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2015.08.010>

- Navarro, F., Martínez, A., & Martínez, J. (2018). *Realidad Virtual y Realidad Aumentada. Desarrollo de Aplicaciones*. RA-MA Editorial.
- Nussipova, G., Nordin, F., & Sörhammar, D. (2019). Value formation with immersive technologies: An activity perspective. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 35(3), Article 3. <https://doi.org/10.1108/JBIM-12-2018-0407>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), Article 9. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Pallavicini, F., Serino, S., Cipresso, P., Pedrolì, E., Chicchi Giglioli, I. A., Chirico, A., Manzoni, G. M., Castelnuovo, G., Molinari, E., & Riva, G. (2016). Testing Augmented Reality for Cue Exposure in Obese Patients: An Exploratory Study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 19(2), Article 2. <https://doi.org/10.1089/cyber.2015.0235>
- Porter, M., & Heppelmann, J. (2017). Why Every Organization Needs an Augmented Reality Strategy. *Undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Why-Every-Organization-Needs-an-Augmented-Reality-Porter-Heppelmann/cc20231aa97ad6a5ee5a03e2c277b407c903ddc8>
- Powers, M. B., & Emmelkamp, P. M. G. (2008). Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis. *Journal of Anxiety Disorders*, 22(3), 561-569. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2007.04.006>
- Pratt, P., Ives, M., Lawton, G., Simmons, J., Radev, N., Spyropoulou, L., & Amiras, D. (2018). Through the HoloLens™ looking glass: Augmented reality for extremity

- reconstruction surgery using 3D vascular models with perforating vessels. *European Radiology Experimental*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s41747-017-0033-2>
- Qi, Z., Li, Y., Xu, X., Zhang, J., Li, F., Gan, Z., Xiong, R., Wang, Q., Zhang, S., & Chen, X. (2021). Holographic mixed-reality neuronavigation with a head-mounted device: Technical feasibility and clinical application. *Neurosurgical Focus*, 51(2), E22. <https://doi.org/10.3171/2021.5.FOCUS21175>
- Roldán, J. J., Crespo, E., Martín-Barrio, A., Peña-Tapia, E., & Barrientos, A. (2019). A training system for Industry 4.0 operators in complex assemblies based on virtual reality and process mining. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 59, 305-316. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.05.004>
- Rubio, E. M., Sebastián, M. A., & Sanz, A. (2004). Simulación de Sistemas Flexibles de Fabricación Mediante Modelos de Realidad Virtual. *Información tecnológica*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642004000100008>
- Sabry, F. (2022). *Inmersión En La Realidad Virtual: La percepción de estar físicamente presente en un mundo no físico*. One Billion Knowledgeable.
- Sampedro-Piquero, P., Ladrón de Guevara-Miranda, D., Pavón, F. J., Serrano, A., Suárez, J., Rodríguez de Fonseca, F., Santín, L. J., & Castilla-Ortega, E. (2019). Neuroplastic and cognitive impairment in substance use disorders: A therapeutic potential of cognitive stimulation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 106, 23-48. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.11.015>
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. Morgan Kaufmann.
- Smith, C. R., Cullen, B., Sheridan, M. P., Cavanagh, J., Grosset, K. A., & Grosset, D. G. (2020). Cognitive impairment in Parkinson's disease is multifactorial: A

neuropsychological study. *Acta Neurologica Scandinavica*, 141(6), 500-508.

<https://doi.org/10.1111/ane.13226>

Torrìsi, M., Maresca, G., De Cola, M. C., Cannavò, A., Sciarrone, F., Silvestri, G., Bramanti, A., De Luca, R., & Calabrò, R. S. (2019). Using telerehabilitation to improve cognitive function in post-stroke survivors: Is this the time for the continuity of care? *International Journal of Rehabilitation Research*, 42(4), 344.

<https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000369>

Vinci, C., Brandon, K. O., Kleinjan, M., & Brandon, T. H. (2020). The clinical potential of augmented reality. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 27(3), Article 3.

<https://doi.org/10.1111/cpsp.12357>

Xinxing, T. (2012). *Virtual Reality: Human Computer Interaction*. BoD – Books on Demand.

Yan, M., Zhao, Y., Meng, Q., Wang, S., Ding, Y., Liu, Q., Yin, H., & Chen, L. (2022).

Effects of virtual reality combined cognitive and physical interventions on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 81, 101708.

<https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101708>

Zhang, Q., Fu, Y., Lu, Y., Zhang, Y., Huang, Q., Yang, Y., Zhang, K., & Li, M. (2021).

Impact of Virtual Reality-Based Therapies on Cognition and Mental Health of Stroke Patients: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 23(11), e31007. <https://doi.org/10.2196/31007>

Zhong, D., Chen, L., Feng, Y., Song, R., Huang, L., Liu, J., & Zhang, L. (2021). Effects of virtual reality cognitive training in individuals with mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 36(12), 1829-1847. <https://doi.org/10.1002/gps.5603>

## Anexos

### Anexo 1 Encuestas entidades nacionales

#### Tecnologias Imersivas em Neuropsicologia

Estimado(a) participante,

O presente estudo enquadra-se no âmbito de uma dissertação do mestrado de Neurociências Cognitivas e Neuropsicologia da Universidade do Algarve, com autoria do aluno Wilson Paúl Ávila Vanegas, sob a orientação do docente Luís Faísca.

Seu objetivo é recolher informações junto de entidades portuguesas que utilizem a metodologia imersiva no campo da neuropsicologia. A participação neste estudo é voluntária, podendo ser interrompida se assim o entender. No entanto, para possibilitar eventuais esclarecimentos posteriores, pode fornecer os dados da instituição pela qual está a responder, garantindo a confidencialidade das suas respostas e assegurando que os dados serão sempre apresentados num formato agregado, nunca permitindo a identificação da instituição.

Salientamos ainda que é fundamental que responda a todas as questões com o máximo de sinceridade possível.

Muito obrigado pela vossa participação e disponibilidade.

Os investigadores.

Relativamente a su participación en este estudio

- Sim, aceito participar.
- Não aceito participar.

Está disponível para ser contactado em caso de necessidade de esclarecimento?

- Sim
- Não

## Domínio 01. - Utilização de Tecnologias Imersivas.

---

1. A instituição utiliza ou já utilizou técnicas imersivas no campo da neuropsicologia?
  - Sim
  - Não
  
2. Quais são as técnicas imersivas específicas que a sua instituição utiliza no campo da neuropsicologia?(Selecione todas as opções aplicáveis)
  - Realidade virtual
  - Realidade aumentada
  - Realidade mista
  - Terapia assistida por computador
  - Outros (especifique, s.f.f.)
  
3. Quantas vezes por semana realiza um processo de intervenção num utente?
  - 1 Vez/Semana
  - 2 Veces/Semana
  - 3 Veces/Semana
  - 3 Veces o más
  
4. Em que pacientes foi utilizada a TI em intervenções neuropsicológicas na sua instituição?
  - Demências
  - Afasia
  - Deficiência cognitiva Leve
  - Acidente Vascular Cerebral
  - Outros (especifique, s.f.f.)
  
5. Em que tipos de intervenção neuropsicológica são aplicadas estas técnicas imersivas na sua instituição?
  - Reabilitação cognitiva.
  - Avaliação neuropsicológica
  - Terapia de exposição
  - Outros (especifique, s.f.f.)

6. Quais processos cognitivos são abordados nas intervenções neuropsicológicas com TI?

- Atenção
- Funções Executivas
- Memória
- Flexibilidade Cognitiva
- Linguagem
- Orientação
- Outros (especifique, s.f.f.)

7. Qual o nível de aceitação, envolvimento/participação e satisfação dos utentes com a aplicação de técnicas imersivas na sua instituição?

Selecione uma opção de resposta entre 1 (Baixa) e 5 (Alta) que melhor se adapte à sua opinião/realidade.

	1 (Baixa)	2	3	4	5 (Alta)
Nível de aceitação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Envolvimento/participação	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Satisfação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### Domínio 02. - Investigação e Adaptação.

---

8. Sua instituição tem realizado pesquisas específicas relacionadas com o uso de tecnologias imersivas no campo da neuropsicologia?

	1 = Raramente	2 = Poucas vezes	3 = Algumas vezes	4 = Muitas vezes	5 = Frequentemente
Tecnologias imersivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Foram realizados estudos de validação das técnicas imersivas utilizadas na sua instituição na população portuguesa? Em caso afirmativo, forneça uma breve descrição dos procedimentos de validação utilizados e dos resultados obtidos

Domínio 03. - Implementação e barreiras.

---

10. Como tem sido realizada a implementação de técnicas imersivas na sua instituição?  
(Selecione todas as opções aplicáveis)

- Desenvolvimento interno de software ou aplicações
- Colaboração com empresas externas especializadas
- Aquisição de equipamentos ou dispositivos específicos
- Adaptação dos instrumentos existentes
- Outros (especifique, s.f.f.)

11. Que tipos de dispositivos de tecnologias imersivas são utilizados em neuropsicologia na sua instituição?

- Dispositivos de rastreamento
- Computador / Mouse / Ecrãs
- Capacete de RV
- Oculus de RA
- Controladores de mano
- Sistemas de Som
- Outros (especifique, s.f.f.)

12. Quais as principais dificuldades que a sua instituição tem enfrentado na implementação de técnicas imersivas no campo da neuropsicologia?

- Falta de Recursos Financeiros:
- Falta de Formação Especializada:
- Dificuldades na Adaptação aos Programas de Tratamento Existentes:
- Aceitação por Parte dos Pacientes:
- Evidência Científica Limitada:
- Outros (especifique, s.f.f.)

13. Como avalia a disponibilidade e acessibilidade de tecnologias imersivas no mercado em Portugal?

	Fraca	Regular	Neutro	Boa	Muito boa
Acessibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Domínio 04. - Desfasamento entre a teoria e a prática nacional.**

---

14. Considera que a formação académica e profissional na área da neuropsicologia em Portugal aborda adequadamente a utilização de técnicas imersivas?

	1 = Totalmente em Desacordo	2 = Em Desacordo	3 = Neutro	4 = De Acordo	5 =Totalmente de Acordo
Formação académica e profissional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Quais são as expectativas e necessidades em termos de formação, investigação e colaboração para que a prática no uso de técnicas imersivas em neuropsicologia se aproxime do ideal?

**Domínio 05. - Resultados e Eficácia.**

- 
16. Notou melhorias significativas nos resultados clínicos para pacientes que receberam intervenções imersivas em sua instituição?

	1 = Raramente	2 = Poucas vezes	3 = Algumas vezes	4 = Muitas vezes	5 = Frequentemente
Melhorias significativas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 06. - Expectativas e desenvolvimento futuro.

---

17. Quais são as suas expectativas em relação ao futuro desenvolvimento e avanço de técnicas imersivas no campo da neuropsicologia em Portugal?

18. Quais são as áreas ou distúrbios neuropsicológicos onde acha que as técnicas imersivas podem ter um impacto maior no futuro?

19. Acha que as técnicas imersivas têm o potencial de melhorar os resultados do tratamento e da reabilitação em comparação com as abordagens tradicionais? Porquê?



**Contacto:** [a70029@ualg.pt](mailto:a70029@ualg.pt)