

# EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA ADULTOS MAYORES EN EL CONTEXTO DE UN *EXERGAME* PARA ENTRENAMIENTO COGNITIVO

## QUALITATIVE EVALUATION OF VIRTUAL REALITY FOR OLDER ADULTS IN THE CONTEXT OF AN EXERGAME FOR COGNITIVE TRAINING

<sup>1</sup>Donovan Andrés Penagos, <sup>2</sup>María Valentina Alvira,  
<sup>3</sup>Juan David Guzmán, <sup>4</sup>Diego Enrique Guzmán<sup>1</sup>,

*1,2,3,4 Fundación Universitaria de Popayán, Universidad Nacional Abierta y a Distancia*

Cómo citar: Guzmán, D. E. ., Guzmán, J. D. ., Penagos, D. A. ., & Alvira, M. V. . (2025). Evaluación cualitativa de la realidad virtual para adultos mayores en el contexto de un *exergame* para entrenamiento cognitivo. *Publicaciones E Investigación*, 19(3).  
<https://doi.org/10.22490/25394088.10418>

*Recibido 20 Julio 2025, Aprobado 05 Agosto 2025*

### RESUMEN

Este estudio evalúa la usabilidad y la efectividad percibida de un *exergame* de realidad virtual (RV) diseñado para apoyar el entrenamiento cognitivo en adultos mayores. Utilizando un diseño secuencial explicativo, siete participantes entre 69 y 97 años interactuaron con un juego serio basado en Unity 3D a través de auriculares Meta Quest 2, equipados con seguimiento de manos. La intervención simuló tareas de organización en un entorno doméstico de RV para estimular dominios cognitivos como la memoria, la atención y la función ejecutiva. Los datos se recopilaron a través de entrevistas semiestructuradas y se analizaron utilizando codificación temática en las áreas de usabilidad, comprensibilidad, motivación, compromiso y experiencia general. Los resultados indican altos niveles de percepción positiva: usabilidad (82%), comprensibilidad (90%), motivación (81%), compromiso (95%) y experiencia general (100%). A pesar de la aceptación general, una minoría de participantes informó dificultades relacionadas con el esfuerzo físico, señales auditivas poco claras y la legibilidad del color del texto. Estos hallazgos resaltan el potencial de la RV para la estimulación cognitiva en poblaciones mayores, siempre que se aborden de forma sistemática la accesibilidad, la personalización y los factores ambientales. Se discuten las recomendaciones de diseño y las futuras direcciones de investigación, en particular en términos de adaptación a las capacidades individuales y estrategias de compromiso sostenido.

**Palabras clave:** realidad virtual; entrenamiento cognitivo; evaluación de usabilidad; Unity3D; adultos mayores. Finally, an outline of the importance of these issues of human mobility is reflected, which must be studied from their reason for phenomenon or social fact with the relevance of legal reasoning.

1 donovanpenagos06@gmail.com / ORCID: 0009-0006-0912-8993

2 vruiz389@gmail.com / ORCID: 0009-0006-8291-0017

3 david.guzman@docente.fup.edu.co / ORCID: 0000-0003-3514-5966

4 diego.guzman@unad.edu.co / ORCID: 0000-0003-2890-3087 / DOI <https://doi.org/10.22490/25394088.10418>

## ABSTRACT

*This study evaluates the usability and perceived effectiveness of a virtual reality (VR) exergame aimed at supporting cognitive training in older adults. Using an explanatory sequential design, seven participants aged 69 to 97 interacted with a Unity 3D-based serious game through Meta Quest 2 headsets equipped with hand-tracking. The intervention simulated an organization task in a domestic VR setting to stimulate cognitive domains such as memory, attention, and executive function. Data were collected via semi-structured interviews and analyzed using thematic coding across usability, comprehensibility, motivation, engagement, and overall experience. Results indicate high levels of positive perception: usability (82 %), comprehensibility (90 %), motivation (81 %), engagement (95 %), and overall experience (100 %). Despite overall acceptance, a minority of participants reported difficulties related to physical strain, unclear auditory cues, and color-text legibility. These findings highlight the promise of VR for cognitive stimulation among older populations, provided accessibility, personalization, and environmental factors are systematically addressed. Design recommendations and future research directions are discussed, particularly in terms of adaptation to individual capabilities and sustained engagement strategies.*

**Keywords:** virtual reality; cognitive training; usability evaluation; Unity3D; elderly.



## 1. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento afecta las capacidades cognitivas necesarias para el desarrollo normal y la independencia en las actividades de la vida diaria (Gonzales et al., 2022). En un contexto en el que la proporción de adultos mayores aumenta, los sistemas de salud enfrentan un incremento en los trastornos relacionados con la edad (Khan et al., 2024), que afectan funciones como la memoria, las funciones ejecutivas, la velocidad de procesamiento mental y el razonamiento.

La estimulación o rehabilitación cognitiva tiene como objetivo mejorar o mantener las funciones cognitivas, mitigando los efectos del deterioro relacionado con la edad (Tortora et al., 2024). Estas intervenciones deben ser innovadoras y adaptadas a las necesidades de los adultos mayores (Kudlicka et al., 2023; Muthu et al., 2023) ofreciendo un enfoque holístico que combine estimulación cognitiva, actividad física, compromiso social y reducción del estrés (Yazdanbakhsh, 2023).

Los juegos no digitales son comúnmente utilizados por los adultos mayores como una forma de

entretenimiento, pero también para mejorar la cognición y promover las interacciones sociales (Mortenson et al., 2017). De forma complementaria, la tecnología de RV surge como una alternativa con efectos sinérgicos en las funciones cognitivas (Palumbo y Paternò, 2020), aunque su adopción puede estar limitada por factores como la familiaridad tecnológica, la facilidad de uso y las preocupaciones sobre efectos adversos (Abdellatif et al., 2018; Mansor et al., 2020). Este estudio presenta una evaluación de las percepciones de personas adultas mayores sobre la usabilidad y efectividad de la RV en el entrenamiento cognitivo. Además, identifica los factores que facilitan o dificultan su adopción y propone directrices para el diseño de experiencias de RV adaptadas a esta población.

### 1.1 Trabajos relacionados

En los últimos años, los *exergames* y juegos serios basados en la RV han ganado atención como herramientas de entrenamiento cognitivo para adultos mayores. Una amplia evidencia sugiere que este tipo de intervenciones puede producir beneficios tangibles.

Un metaanálisis de 2021 encontró que los *exergames* de RV produjeron mejoras moderadas en la función cognitiva general y la memoria en adultos mayores, junto con una gran reducción en los síntomas depresivos (Yen y Chiu, 2021). Revisiones sistemáticas más recientes destacan los juegos de RV como un complemento valioso a la rehabilitación cognitiva convencional, ya que aumentan la participación a través de la inmersión y la retroalimentación (Guzmán et al., 2024).

La mayoría de las intervenciones de RV para adultos mayores aún dependen de controladores manuales, lo que puede representar obstáculos de usabilidad para quienes no están familiarizados con los videojuegos. Masurovsky et al. (2020) encontraron que el seguimiento de manos redujo significativamente la carga cognitiva y los errores de interacción en comparación con los controladores en adultos mayores y fue percibido como más natural y accesible para tareas como alcanzar y agarrar objetos virtuales. Maeng et al. (2021) mencionaron que el uso de controladores tradicionales exige capacitar a los participantes para navegar por los entornos de RV, en especial si una persona con discapacidad física requiere una adaptación específica (por ejemplo, realizar tareas de RV sentado). Las modalidades de interacción natural, como seguimiento de manos o comandos de voz, y un diseño de interfaz de usuario accesible, como, por ejemplo, texto más grande, señales de audio más claras, se consideran elementos relevantes para la participación de la población adulta mayor. (Siette et al., 2024).

En general, las personas mayores encuentran aceptables y agradables los juegos cognitivos de RV cuando están bien diseñados. Diversos estudios piloto informan puntuaciones altas en la System Usability Scale (por encima de 80, considerada excelente) para usuarios de edad avanzada (Faisal et al., 2025). La retroalimentación cualitativa destaca la novedad y la naturaleza inmersiva de la RV como factores motivadores (Siette et al., 2024). Asimismo, las personas adultas mayores describieron la evaluación cognitiva

de RV como fácil de usar y atractiva, sugiriendo incluso que podría convertir la evaluación cognitiva en algo más divertido. Varios estudios también señalan problemas de tolerabilidad menores; por ejemplo, alrededor del 10-20 % de los participantes experimentan cibermareo leve o fatiga, que suele ser transitorio. La exposición repetida parece disminuir el mareo por simulador en muchas personas mayores (Maeng et al., 2021).

Otra tendencia destacable es el paso de estudios de viabilidad de una sesión única a intervenciones más prolongadas y domiciliarias. Las investigaciones iniciales frecuentemente evaluaron juegos de RV en una visita única al laboratorio para analizar la reacción de los adultos mayores (Adcock et al., 2020). Aunque indispensables para obtener información sobre usabilidad, estos estudios de una sola sesión no permiten evaluar el cambio cognitivo. Los proyectos más recientes han iniciado la capacitación en el hogar, aprovechando los visores independientes y posibilitando el uso autónomo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio siguió un diseño secuencial explicativo en el que se recopiló y analizó información cualitativa. Se evaluó la usabilidad de un juego serio de RV diseñado para adultos mayores, considerando las percepciones subjetivas de los participantes.

El juego serio se desarrolló utilizando Unity 3D, una plataforma para la creación de entornos virtuales inmersivos que soporta gráficos 2D y 3D, físicas en tiempo real, audio y animaciones. Se integró OpenXR para asegurar la compatibilidad con varios dispositivos de realidad mixta. El XR Interaction Toolkit posibilitó interacciones naturales mediante controladores hápticos o seguimiento de manos. La figura 1 muestra una perspectiva dentro y fuera del visor de RV.

● ● ● Evaluación cualitativa de la realidad virtual para adultos mayores en el contexto de un *exergame* para entrenamiento cognitivo

Donovan Andrés Penagos, María Valentina Alvira, Juan David Guzmán, Diego Enrique Guzmán

Figura 1. Perspectiva dentro y fuera del visor de RV



Entorno real

Interacción del adulto mayor

Entorno virtual

Fuente: elaboración propia

El juego serio desarrollado para este estudio utilizó dispositivos Meta Quest 2, equipados con pantallas LCD con una resolución de 1920×1832 píxeles por ojo, una frecuencia de actualización de 90 Hz y un procesador Snapdragon XR2. Aunque el hardware incluye controladores hápticos, en este estudio se usó el sistema de seguimiento de manos para la interacción. Los datos de desempeño se almacenaron en una base de datos NoSQL ubicada en Unity Game Services. El juego tiene como objetivo fortalecer las habilidades cognitivas en personas adultas mayores a través de tareas que simulan actividades diarias, promoviendo tanto la estimulación mental como la actividad física. Su diseño integra de forma simultánea múltiples dominios cognitivos, en línea con la literatura que resalta lo efectivo de entrenar varias habilidades juntas (Guzmán et al., 2024): memoria, concentración, atención, flexibilidad cognitiva, planificación y toma de decisiones.

El entorno virtual simula una habitación doméstica donde las personas participantes deben

clasificar objetos en las cajas correspondientes durante 180 segundos. En el juego deben recordar y colocar los objetos en sus ubicaciones correctas, incrementando así la memoria y las habilidades de organización. La interacción se favorece mediante el seguimiento de manos de los dispositivos Meta Quest 2, promoviendo habilidades motoras finas y percepción espacial. La figura 2 ilustra el entorno de RV usado en el juego.

El juego incluye un sistema de ajuste dinámico de dificultad, que adapta el nivel del reto de acuerdo con el desempeño del usuario. Esta funcionalidad busca optimizar el equilibrio entre el desafío y las habilidades del jugador, asegurando una experiencia motivante y accesible. Las mecánicas clave del juego consisten en clasificar objetos en las cajas correctas, memorizar la ubicación de los objetos y completar estas tareas en un lapso predeterminado. La puntuación brinda retroalimentación inmediata con base en la precisión y el tiempo empleado, incentivando a mejorar el rendimiento.

Figura 2. Escenario de juego



Fuente: elaboración propia

### 3. DESARROLLO

#### 3.1 Participantes

Siete adultos mayores, con edades comprendidas entre los 69 y 97 años, participaron en el estudio. Los colaboradores eran de la Fundación Años Maravillosos en Popayán y dieron su consentimiento informado antes de participar. Los datos se recopilaron y analizaron de forma anónima para garantizar la confidencialidad. El grupo incluía tanto hombres como mujeres

con diversos niveles educativos, desde educación básica primaria hasta formación profesional. Los criterios de inclusión requerían que los participantes tuvieran suficiente capacidad cognitiva y funcional para interactuar con la tecnología, lo cual se evaluó a través de la observación y el apoyo de expertos. Ninguno de los participantes tenía experiencia previa con la RV. En la tabla 1 se resume la información de los participantes.

Tabla 1. Caracterización de los participantes

Participante	Edad	Sexo	Nivel Educativo
P_1	80	M	Primaria
P_2	69	M	Superior
P_3	87	M	Superior
P_4	76	F	Media
P_5	72	F	Media
P_6	88	M	Primaria
P_7	97	F	Media

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 Configuración experimental

Se llevó a cabo una sesión individual de 15 minutos, en la que los adultos completaron entre tres y cuatro rondas del juego, cada una con un límite de 180 segundos. Se recopilaron, para un análisis posterior, métricas como el número de intentos, el tiempo empleado y la precisión en la clasificación de objetos.

Este estudio empleó un enfoque cualitativo utilizando entrevistas semiestructuradas y codificación temática para evaluar la usabilidad y el compromiso cognitivo con el *exergame*. Las entrevistas se emplearon para recoger las opiniones respecto de la experiencia general, características particulares del juego y obstáculos identificados por los participantes.

Los datos obtenidos de las entrevistas se analizaron mediante codificación temática, dividida en tres etapas. En la primera, las respuestas se organizaron como positivas, neutras o negativas en términos generales. La segunda implicó identificar comentarios positivos vinculados con características específicas del juego, mientras que la tercera etapa estuvo centrada en extraer las observaciones negativas sobre componentes puntuales.

Este método estructurado permitió la identificación de temas y patrones recurrentes, brindando una interpretación integral de la experiencia de usuario tanto desde una perspectiva general como vinculada a características específicas. La tabla 2 consigna las preguntas efectuadas en la entrevista.

**Tabla 2.** Entrevista realizada a los adultos mayores

No.	Pregunta
<b>Usabilidad</b>	
1	¿Te resultó fácil seguir las instrucciones del juego?
2	¿Te fue fácil encontrar la caja correcta para cada objeto?
3	¿Te resultó fácil organizar los objetos en el juego?
<b>Comprensibilidad</b>	
4	¿Fueron las instrucciones lo suficientemente claras para entender qué hacer en el juego?
5	¿Entendiste los sonidos que indicaban si lo estabas haciendo bien o no?
6	¿Entendiste desde el principio cuál era el objetivo del juego?
<b>Motivación</b>	
7	¿Te sentiste motivado para seguir jugando y terminar el juego?
8	¿Disfrutaste organizando los objetos mientras escuchabas la música?
9	¿Te gustaría volver a jugar otro día?
<b>Compromiso</b>	
10	¿Te sentiste parte del juego cuando tuviste que moverte para alcanzar las otras cajas?
11	¿Pudiste mantenerte concentrado en el juego todo el tiempo?
12	¿Te sentiste cómodo con los movimientos que tenías que hacer?
<b>Experiencia general</b>	
13	¿Qué tan agradable fue para ti jugar este juego?
14	¿Te fue fácil mover los objetos y entender los sonidos del juego?
15	¿Crees que el juego fue adecuado para ti?

Fuente: Elaboración propia.

La decisión de usar entrevistas semiestructuradas con codificación temática, en lugar de cuestionarios de usabilidad estandarizados como System Usability Scale (SUS) (Bangor et al., 2008), User Experience Questionnaire (UEQ) (Schrepp et al., 2014) o Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) (Vlachogianni y Tselios, 2023), se debió al objetivo del estudio de capturar retroalimentación profunda y específica del contexto que reflejara las experiencias únicas de los adultos mayores al usar la tecnología de RV.

Aunque los métodos estandarizados proporcionan puntajes numéricos útiles para la comparación, frecuentemente carecen de flexibilidad para capturar matices y retos individuales de las personas adultas mayores. El empleo de entrevistas ofrece la posibilidad de que los participantes expongan detalladamente sus impresiones, aportando datos cualitativos más ricos para identificar no solo dificultades de usabilidad, sino también las respuestas cognitivas y emocionales provocadas por el juego.

Este método resulta especialmente pertinente para contextos de RV, en los que factores como la

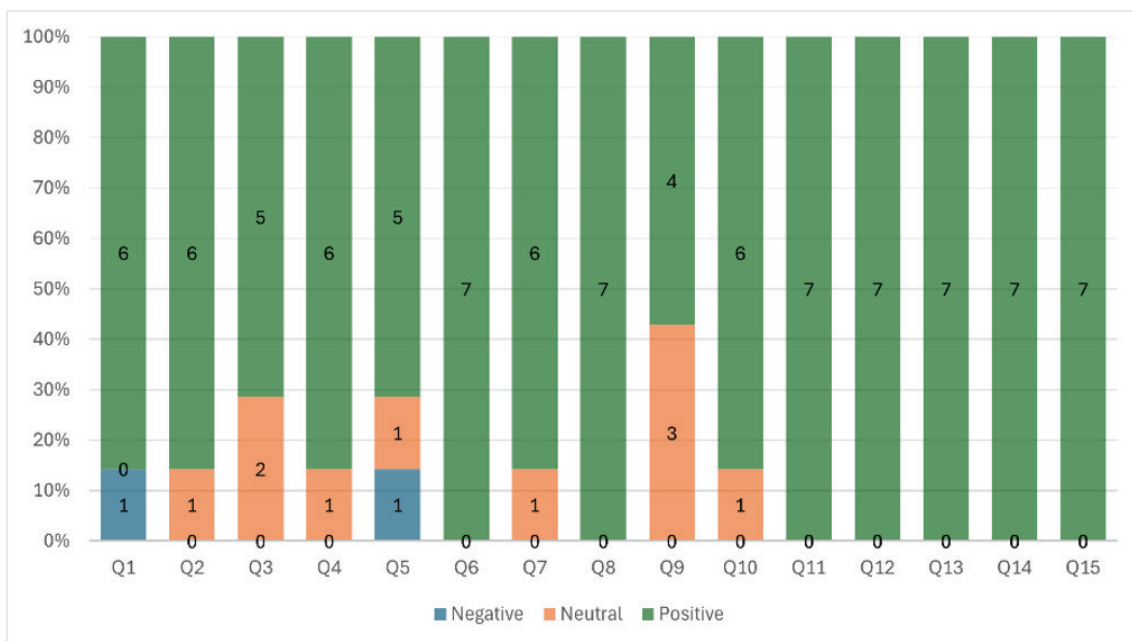
inmersión, la interacción física y el compromiso cognitivo desempeñan un papel esencial. Igualmente, la estructura flexible de las entrevistas semiestructuradas facilita la exploración de temas inesperados, garantizando que se indaguen aspectos relevantes en cuanto a usabilidad y compromiso.

Este planteamiento integral, centrado en la experiencia del usuario, se alinea con la meta de mejorar el *exergame* de RV para ajustarlo a las necesidades y preferencias de la población adulta mayor, fomentando así una mayor participación y adherencia a la terapia.

#### 4. RESULTADOS

La figura 3 muestra los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas a los adultos mayores. Inicialmente, las opiniones se categorizaron como favorables, desfavorables y neutras para cuantificar la percepción general de la usabilidad.

Figura 3. Respuestas de las participantes categorizadas por favorabilidad



Fuente: Elaboración propia.

● ● ● **Evaluación cualitativa de la realidad virtual para adultos mayores en el contexto de un *exergame* para entrenamiento cognitivo**

Donovan Andrés Penagos, María Valentina Alvira, Juan David Guzmán, Diego Enrique Guzmán

Las preguntas 1 a 3, diseñadas para evaluar la facilidad para seguir instrucciones, para identificar la caja correcta de cada objeto y para organizar los ítems, recibieron 6 de las 7 respuestas favorables en los participantes P1 y P2, y 5 de las 7 en P3. Estos resultados sugieren que la interfaz y la mecánica del juego son, en general, accesibles y comprensibles para los adultos mayores, y los participantes no encontraron desafíos significativos en esta área. Sin embargo, la única respuesta desfavorable (1 de 7) señala que un participante presentó dificultades iniciales para adaptarse a la dinámica del juego, lo cual podría deberse a una experiencia previa limitada con tecnologías similares.

Las preguntas 4 a 6 presentaron una alta proporción de respuestas favorables, con 6 de las 7 en el participante P4, 5 de las 7 en P5 y 7 de las 7 en P6, especialmente en lo referente a la claridad de las instrucciones y a la comprensión de los sonidos de retroalimentación. Las respuestas favorables en esta sección indican que el juego comunica eficazmente sus objetivos y las acciones requeridas, facilitando la comprensión y la participación. Sin embargo, 1 de las 7 respuestas neutrales en P4 y 1 de las 7 desfavorables en P5 muestran que algunos participantes no comprendieron plenamente ciertos elementos de retroalimentación visual o auditiva. Este hallazgo puede abordarse perfeccionando el diseño sonoro o visual para mejorar la experiencia del usuario.

Las preguntas P7 a P9 indican que la mayoría de los participantes se sintió motivada para continuar y completar el juego. Esto se refleja en 6 de las 7 respuestas favorables en P7, 7 de las 7 en P8 y 4 de las 7 en P9, especialmente en relación con el disfrute de la actividad y la intención de volver a jugar. Esto constituye un indicador positivo de que el juego consigue captar y mantener el interés, un elemento esencial para su eficacia en la salud cognitiva. Sin embargo, 3 de 7 respuestas neutrales en P9 manifiestan que una proporción significativa de los participantes manifestó interés moderado en repetir la actividad en el futuro. Este hallazgo evidencia la oportunidad de

incorporar elementos de variedad o progresión a fin de fortalecer la motivación a largo plazo.

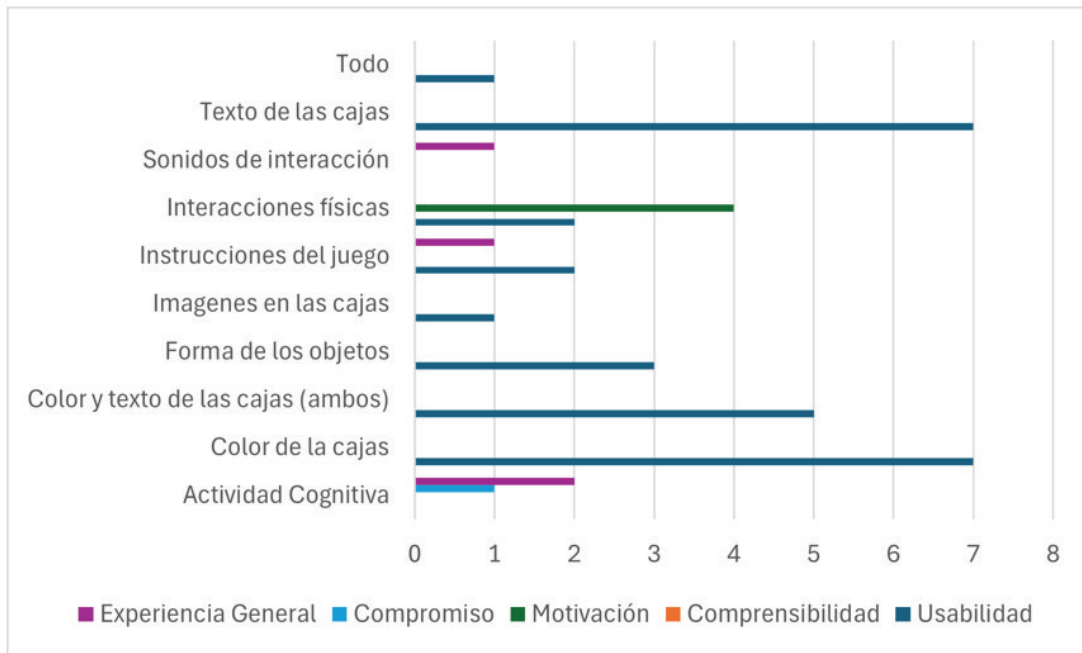
Las preguntas 10 a 12 resaltan la capacidad de los adultos mayores para mantenerse involucrados con el juego. El elevado número de respuestas favorables (6 de las 7 en la P10 y 7 de las 7 tanto en la P11 como en la P12) indica que los movimientos e interacciones requeridos fueron bien recibidos, promoviendo una participación activa y cómoda. No obstante, una respuesta neutral de 1 de las 7 en la P10 indica que un grupo reducido de participantes consideró que ciertos movimientos o tareas resultaron menos atractivos o adecuados. Esta observación resulta relevante para futuras optimizaciones en el diseño de las interacciones físicas.

Por último, las preguntas de experiencia general, particularmente de la P13 a la P15, mostraron una acogida favorable, con 7 de las 7 respuestas favorables en todas las preguntas y ausencia de respuestas desfavorables o neutrales. Esto expresa una percepción positiva sobre la idoneidad y el disfrute general del juego. Tales resultados sugieren que el juego satisface las expectativas y necesidades de los adultos mayores, proporcionando una experiencia amena y accesible.

#### **4.1 Características de usabilidad positivas del juego**

Debido a la naturaleza de los datos provenientes de las entrevistas, se realizó un análisis fundamentado en la frecuencia de palabras clave asociadas a diferentes categorías de evaluación del juego serio: experiencia general, compromiso, motivación, comprensibilidad y usabilidad. Las subsecciones siguientes presentan los resultados obtenidos. La figura 4 ilustra la frecuencia de las palabras clave positivas mencionadas en relación con el juego, permitiendo la identificación de los elementos que resaltaron durante la experiencia.

Figura 4. Frecuencia de las palabras clave obtenidas de comentarios positivos



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las características del juego, las palabras “texto”, “imagen de caja”, “forma” y “colores más texto” destacan como términos citados reiteradamente. El término “texto” fue mencionado por siete participantes, lo que indica que los recursos visuales y textuales desempeñaron un papel relevante en la interacción de los adultos mayores con el juego. La alta recurrencia de “colores más texto”, manifestada por seis participantes, sugiere que la combinación de colores y etiquetas textuales facilitó la identificación de cajas y objetos, mejorando la accesibilidad para esta población. Este aspecto resulta fundamental, ya que una interfaz visualmente clara resulta crítica para quienes presentan discapacidades visuales o poca experiencia previa en entornos digitales. En cuanto a la comprensibilidad, “instrucciones”, citado por tres participantes, señala que se valoró la claridad de las pautas proporcionadas. Sin embargo, la menor frecuencia de este término respecto a otros revela que, si bien las indicaciones resultaron útiles, podrían optimizarse para asegurar una comprensión inequívoca. Igualmente, la asociación de “sonidos”, también con tres menciones, demuestra que

la retroalimentación auditiva se percibió como una ayuda para entender las tareas propuestas, reforzando la claridad en las acciones esperadas. Referente a la motivación, el término “movimientos” surge como la palabra clave más destacada por seis participantes. Esto indica que se consideró la actividad física una fuente de interés y motivación para la participación en el juego. Este hallazgo resulta relevante, dado que la incorporación del movimiento no solo incrementa la interactividad, sino que también puede promover beneficios físicos, siempre que las acciones sean adaptadas a las capacidades individuales con el fin de evitar incomodidad o dificultades en la participación. En el eje del compromiso, el término “ejercicio mental” —mencionado por cuatro participantes— sugiere que se percibe el juego como una actividad que estimula capacidades cognitivas. Esta valoración resulta muy valiosa, pues señala que los adultos mayores experimentan la actividad como una fuente de entretenimiento y, a su vez, una oportunidad de estimulación mental que mantiene su interés. La baja frecuencia de “aburrimiento” en esta categoría refuerza que el diseño

● ● ● **Evaluación cualitativa de la realidad virtual para adultos mayores en el contexto de un *exergame* para entrenamiento cognitivo**

Donovan Andrés Penagos, María Valentina Alvira, Juan David Guzmán, Diego Enrique Guzmán

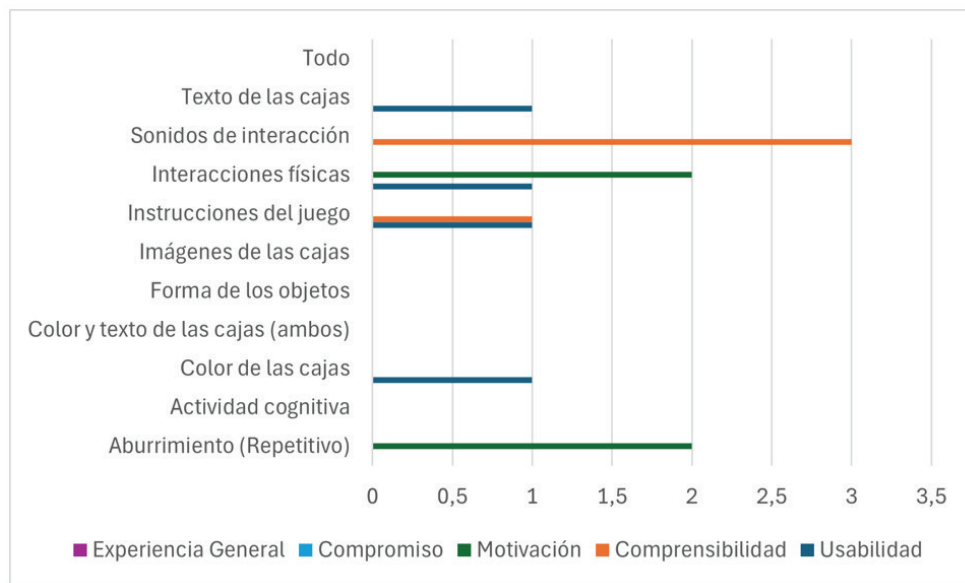
minimiza de manera efectiva sensaciones de monotonía o desinterés durante la dinámica propuesta. Por último, respecto a la experiencia general, el término “todo”, al ser mencionado por tres participantes, refleja una evaluación global positiva, evidenciada en la percepción de la actividad íntegra como un éxito. La ausencia de términos negativos vinculados a esta categoría sugiere que el juego fue adecuadamente recibido y considerado oportuno para la población destinataria,

cumpliendo con las expectativas y adaptándose a las capacidades y preferencias.

**4.2 Características de usabilidad negativas del juego**

La figura 5 expone la frecuencia de las palabras clave surgidas en los comentarios negativos formulados por los adultos mayores.

**Figura 5.** Frecuencia de las palabras clave obtenidas de comentarios negativos



Fuente: Elaboración propia.

En la categoría de usabilidad, el término “texto” fue dicho por un participante, lo que indica que existieron dificultades para leer con claridad por problemas visuales ligados a la edad, lo que provocó frustración en ciertas sesiones. Asimismo, “movimientos” fue mencionado por un participante, sugiriendo que algunas acciones físicas resultaron incómodas para ciertas personas. En particular, un participante informó dolor y rigidez en el hombro vinculado al manguito rotador, atribuible a una lesión previa. Además, “colores” se mencionó una vez, reflejando que algunos distinguieron los colores de manera distinta a la señalada, vinculado a cambios en la percepción cromática

por la edad, que dificultan la diferenciación precisa. En la categoría de experiencia general, la mención del “texto” por un participante evidencia observaciones sobre la presentación textual para considerar en futuras mejoras. Respecto a la motivación, “aburrimiento” fue citado por dos participantes, señalando que cierta monotonía se produjo durante la actividad, atribuida a la repetición constante de la misma dinámica sin variantes de jugabilidad. Por el contrario, “movimientos” fue mencionado dos veces, lo que indica que, aunque las acciones físicas son relevantes para el compromiso, supusieron ciertos desafíos para algunos usuarios. En el área de comprensibilidad, “sonidos” aparece en tres

menciones, lo que indica que la retroalimentación auditiva no siempre fue clara. Ello se atribuye tanto a la pérdida auditiva relacionada con la edad como al ruido ambiental registrado en el entorno. Además, “instrucciones” fue citada por un participante, lo que señala que las pautas pueden perfeccionarse para garantizar claridad y evitar ambigüedad.

## 5. DISCUSIÓN

Durante la sesión individual utilizando RV, los participantes mostraron, en términos generales, una actitud positiva hacia la actividad. Sus muestras de entusiasmo y motivación resultaron evidentes, lo que sugiere que la tecnología de RV permite fomentar el interés y la participación en adultos mayores. En interacciones informales, algunos manifestaron preferencia por entornos virtuales que contuvieran elementos naturales, como espacios verdes, argumentando que estos mejorarían la comodidad y el bienestar durante las sesiones. Por tanto, se recomienda la inclusión de paisajes naturales con el objetivo de maximizar la inmersión y el disfrute.

Sin embargo, se identificaron dificultades al clasificar los objetos, vinculadas a asociaciones personales o ideas previas. Para superar esta limitación, se recomienda el uso de objetos familiares y afines a las experiencias cotidianas de los adultos mayores, facilitando su reconocimiento y manipulación. Por ejemplo, se podría considerar la inclusión de imágenes de animales u objetos domésticos de uso común, con el fin de aumentar la comprensión de las tareas y la implicación en la actividad.

Respecto a las restricciones físicas y técnicas, algunos participantes encontraron complicaciones para interactuar con objetos virtuales debido a la movilidad limitada en las manos. Asimismo, se constató que el sistema de seguimiento de manos no tuvo un óptimo desempeño en entornos con presencia de luz solar directa o parcial, situación derivada de la interferencia infrarroja que incide sobre los sensores del dispositivo, provocando ruido visual y desgaste en la precisión del

registro de movimientos. Adicionalmente, el dispositivo de RV mostró signos de sobrecalentamiento durante la sesión con todos los participantes.

Para mitigar estas limitantes, es recomendable implementar una fase previa de calibración en cada sesión, enfocada en ajustar el rango de interacción según las capacidades de cada usuario. Igualmente, se perfila como clave contar con dispositivos de respaldo y espacios específicos para implementar la tecnología; de esta manera, se podrían minimizar las incidencias técnicas y asegurar el desarrollo ininterrumpido de la sesión. Las distracciones ambientales, como el ruido y las interrupciones externas, afectaron de forma eventual la concentración de los participantes. Como medida, las sesiones deben realizarse en ambientes tranquilos, siendo conveniente, si es necesario, suministrar auriculares con sistema de cancelación de ruido, a fin de preservar la concentración. Para finalizar, algunas personas reportaron que las tareas resultaron excesivamente sencillas, subrayando la importancia de contar con niveles de dificultad ascendentes. Aunque el juego incorpora un sistema de ajuste dinámico, se aconseja diseñar escenarios adaptados a distintos niveles de habilidad. Quienes tengan mayor destreza podrían acceder a tareas más complejas, mientras que personas con limitaciones físicas o cognitivas mayores se beneficiarían de actividades de menor complejidad y carácter repetitivo. Este enfoque promovería una experiencia personalizada que maximice los beneficios cognitivos del entrenamiento.

## 6. CONCLUSIONES

Este estudio examinó la usabilidad y la percepción de efectividad de un *exergame* de RV diseñado para apoyar el entrenamiento cognitivo en adultos mayores. Los resultados muestran que los entornos inmersivos de RV, cuando se diseñan de manera adecuada, fomentan altos niveles de compromiso, motivación y estimulación cognitiva en la población de edad avanzada. La mayoría de los participantes manifestó percepciones favorables en todas las áreas evaluadas: usabilidad (82%), comprensibilidad (90%), motivación

● ● ● **Evaluación cualitativa de la realidad virtual para adultos mayores en el contexto de un *exergame* para entrenamiento cognitivo**

Donovan Andrés Penagos, María Valentina Alvira, Juan David Guzmán, Diego Enrique Guzmán

(81 %), compromiso (95 %) y experiencia general (100 %). Esto evidencia una sólida aceptación y un notable potencial para la inclusión de esta tecnología en estrategias de rehabilitación cognitiva.

No obstante, el análisis identificó obstáculos específicos relacionados con la usabilidad, que incluyen incomodidad física durante la interacción, dificultades en la comprensión auditiva y limitaciones en la accesibilidad visual. Estos resultados resaltan la importancia de las consideraciones de diseño adaptativo, como el ajuste dinámico de la dificultad, la retroalimentación multimodal y los modelos de interacción ergonómicos, especialmente para usuarios con limitaciones sensoriales o de movilidad asociadas a la edad.

El estudio confirma que los métodos cualitativos semiestructurados ofrecen una perspectiva valiosa sobre la experiencia de los adultos mayores, permitiendo recopilar comentarios matizados que los instrumentos estandarizados podrían omitir. Las investigaciones futuras deberán centrarse en aumentar el tamaño de la muestra, incorporar diseños longitudinales para evaluar la adherencia y los resultados cognitivos a largo plazo, así como explorar la integración de protocolos de entrenamiento personalizados con el fin de mejorar la eficacia y la satisfacción del usuario.

## REFERENCIAS

- Abdellatif, A. J., McCollum, B., & McMullan, P. (2018). Serious games: Quality characteristics evaluation framework and case study. *2018 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 112-119.
- Adcock, M., Fankhauser, M., Post, J., Lutz, K., Zizlsperger, L., Luft, A. R., Guimarães, V., Schättin, A., & de Bruin, E. D. (2020). Effects of an in-home multicomponent exergame training on physical functions, cognition, and brain volume of older adults: A randomized controlled trial. *Frontiers in medicine*, 6, 321.
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.
- Faisal, H., Lim, W., Dattagupta, A., Lin, P., Gupta, R., Lai, E. C., Xu, J., Wong, S. T., & Masud, F. N. (2025). Usability and tolerability of virtual reality-based cognitive stimulation in healthy elderly volunteers—A feasibility clinical trial. *Games for Health Journal*, 14(2), 136-145.
- Gonzales, M. M., Garbarino, V. R., Pollet, E., Palavicini, J. P., Kellogg, D. L., Kraig, E., & Orr, M. E. (2022). Biological aging processes underlying cognitive decline and neurodegenerative disease. *Journal of Clinical Investigation*, 132(10), e158453. <https://doi.org/10.1172/JCI158453>
- Guzmán, D., Rengifo, C., Guzmán, J., & García Cena, C. (2024). Virtual reality games for cognitive rehabilitation of older adults: A review of adaptive games, domains and techniques. *Virtual Reality*, 28(2), 1-17.
- Khan, H. T. A., Addo, K. M., & Findlay, H. (2024). Public Health Challenges and Responses to the Growing Ageing Populations. *Public Health Challenges*, 3(3), e213. <https://doi.org/10.1002/puh2.213>
- Kudlicka, A., Martyr, A., Bahar-Fuchs, A., Sabates, J., Woods, B., & Clare, L. (2023). Cognitive rehabilitation for people with mild to moderate dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2023(6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013388.pub2>
- Maeng, S., Hong, J. P., Kim, W.-H., Kim, H., Cho, S.-E., Kang, J. M., Na, K.-S., Oh, S.-H., Park, J. W., Bae, J. N., & others. (2021). Effects of virtual reality-based cognitive training in the elderly with and without mild cognitive impairment. *Psychiatry investigation*, 18(7), 619.
- Mansor, N. S., Chow, C. M., & Halaki, M. (2020). Cognitive effects of video games in older adults and their moderators: A systematic review with meta-analysis and meta-regression. *Aging & mental health*, 24(6), 841-856. <https://doi.org/10.1080/13607863.2019.1574710>
- Masurovsky, A., Chojecki, P., Runde, D., Lafci, M., Przewozny, D., & Gaebler, M. (2020). Controller-free hand tracking for grab-and-place tasks in immersive virtual reality: Design elements and their empirical study. *Multimodal Technologies and Interaction*, 4(4), 91.
- Mortenson, W. B., Sixsmith, A., & Kaufman, D. (2017). Non-digital game playing by older adults. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*, 36(3), 342-350. <https://doi.org/10.1017/s0714980817000162>
- Muthu, P., Tan, Y., Latha, S., Dhanalakshmi, S., Lai, K. W., & Wu, X. (2023). Discernment on assistive technology for the care and support requirements of older adults and differently-abled individuals. *Frontiers in Public Health*, 10, 1030656. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1030656>
- Palumbo, V., & Paternò, F. (2020). Serious games to cognitively stimulate older adults: A systematic literature review. *Proceedings of the 13th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 1-10. <https://doi.org/10.1145/3389189.3393739>
- Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2014). Applying the user experience questionnaire (UEQ) in different evaluation scenarios. *Design, User Experience, and Usability. Theories*,

- Methods, and Tools for Designing the User Experience: Third International Conference, DUXU 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part I 3*, 383-392.
- Siette, J., Campbell, C., Adam, P. J., & Harris, C. B. (2024). Exploring the usability of the virtual reality module LEAF CAFÉ: a qualitative think-aloud study. *BMC geriatrics*, 24(1), 162.
- Tortora, C., Di Crosta, A., La Malva, P., Prete, G., Ceccato, I., Mammarella, N., Di Domenico, A., & Palumbo, R. (2024). Virtual reality and cognitive rehabilitation for older adults with mild cognitive impairment: A systematic review. *Ageing Research Reviews*, 93, 102146. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.102146>
- Vlachogianni, P., & Tselios, N. (2023). Perceived usability evaluation of educational technology using the post-study system usability questionnaire (PSSUQ): A systematic review. *Sustainability*, 15(17), 12954.
- Yazdanbakhsh, K. (2023). The Effectiveness of Cognitive Rehabilitation on Improving the Cognitive Abilities of the Elderly. *Salmand*, 18(1), 32-45. <https://doi.org/10.32598/sija.2022.3258.1>
- Yen, H.-Y., & Chiu, H.-L. (2021). Virtual reality exergames for improving older adults' cognition and depression: A systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Journal of the American Medical Directors Association*, 22(5), 995-1002.