



Evidencias de usabilidad de una aplicación para la evaluación de la Cognición Espacial en una muestra de estudiantes de la Universidad de Antioquia, sede Medellín.

Juan Camilo Parra Cañaveral
Juan David Giraldo Duque

Artículo de investigación presentado para optar al título de Psicólogo

Asesor
MSc. Juan Pablo Sánchez Escudero. PhD(c) Epidemiología.

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Psicología
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita

(Parra Cañaveral & Giraldo Duque, 2023)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Parra Cañaveral, J., & Giraldo Duque, J. (2023). *Evidencias de usabilidad de una aplicación para la evaluación de la Cognición Espacial en una muestra de estudiantes de la Universidad de Antioquia, sede Medellín*. [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decana: Alba Nelly Gómez García

Jefe departamento: Alberto Ferrer Botero

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexo

Dedicatoria

La Universidad de Antioquia nos ha dado una identidad investigativa, nos proporcionó los espacios para que nuestra formación este alineada a nuestros intereses. Los y las docentes insertaron la semilla del conocimiento y nuestros contemporáneos nos han dado el acompañamiento para que todo se forje en un mismo documento.

Agradecimientos

Agradecemos al Profesor Juan Pablo Sánchez por permitirnos hacer parte de su proyecto de doctorado, mientras en este, encontrábamos nuestra identidad como investigadores y amantes de este tema.

Tabla de contenido

Resumen8

Abstract9

Introducción10

Métodos15

Resultados18

Discusión23

Conclusiones24

Recomendaciones25

Referencias26

Lista de tablas

Tabla 1 Distribución de las características sociodemográficas de la muestra19

Tabla 2 Descriptivos de las dimensiones del CSUQ21

Lista de figuras

Figura 1 Participación de la muestra en el año 202220

Figura 2 Distribución de las respuestas del CSUQ en la escala Likert22

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APA	American Psychological Association
EA.	Enfermedad de Alzheimer
CE.	Cognición espacial
CSUQ	Computer Systems Usability Questionnaire
DCL	Deterioro Cognitivo Leve

Resumen

La demencia, incluida la Enfermedad de Alzheimer (EA), conlleva pérdida de memoria y cambios en el comportamiento, afectando la cotidianidad de la vida humana. Por ello detectar tempranamente la EA es un asunto crucial. La memoria episódica, actualmente es el estándar de diagnóstico de EA, sin embargo, es poco específica debido a su declive natural como parte del envejecimiento normal. Por otro lado, la Cognición Espacial (CE) según estudios se ve afectada en la EA y puede ser un marcador útil para su detección temprana. Los marcadores cognitivos ofrecen una forma rentable y no invasiva de evaluar el riesgo de EA. El videojuego serio NavegApp adapta tres tareas para la medición de la CE y evalúa su efectividad para su uso como marcador cognitivo en la EA. Este estudio busca analizar la percepción de usabilidad de NavegApp como herramienta para medir la CE en estudiantes universitarios como paso inicial para determinar su viabilidad como marcador cognitivo en el diagnóstico preclínico de la EA.

Metodología: En este estudio, se adoptó un enfoque empírico-analítico descriptivo. Se reclutaron 60 estudiantes universitarios entre 18 y 26 años sin enfermedades neurodegenerativas ni discapacidades visuales, auditivas o motoras. Se utilizaron tres tareas de cognición espacial adaptadas en el videojuego serio "NavegApp" y se evaluó la usabilidad con el cuestionario adaptado CSUQ.

Los participantes tuvieron una percepción positiva de NavegApp, destacando la calidad del sistema. Se identificó la necesidad de mejorar la calidad de la información. La usabilidad sugiere que podría ser útil en el diagnóstico preclínico de la EA.

Palabras clave: Juego serio, Navegación espacial, Memoria espacial, Orientación espacial, Enfermedad de Alzheimer.

Abstract

Dementia, including Alzheimer's Disease (AD), entails memory loss and behavioral changes, significantly impacting daily life. Early detection of AD is paramount. Episodic memory is the current AD diagnostic standard but lacks specificity due to normal aging. Spatial Cognition (SC), as per studies, is affected in AD and may serve as a useful early marker. Cognitive markers offer a cost-effective, non-invasive means to assess AD risk. The serious game NavegApp adapts three SC tasks to evaluate its viability as a cognitive marker in AD diagnosis. This study aims to assess NavegApp's usability in measuring SC in university students and its potential as a preclinical AD diagnostic tool.

Methodology: This study employed a descriptive empirical-analytical approach. Sixty university students aged 18 to 26 with no neurodegenerative diseases or visual, auditory, or motor impairments were recruited. Three spatial cognition tasks were adapted within the serious game "NavegApp," and usability was assessed using the adapted CSUQ questionnaire.

Participants had a positive perception of NavegApp, particularly regarding system quality. A need for improved information quality was identified. Usability suggests potential utility in preclinical AD diagnosis.

Keywords: Serious game, Spatial navigation, Spatial memory, Spatial orientation, Alzheimer's disease.

Introducción

La demencia engloba un síndrome de declive cognitivo que abarca la pérdida de memoria, la capacidad cognitiva y cambios en el comportamiento, lo cual interfiere significativamente en la capacidad de realizar actividades diarias. Entre estas, la Enfermedad de Alzheimer (EA) se reconoce como la forma más prevalente de demencia, representando aproximadamente el 60-70% de los casos (Organización Mundial de la Salud, 2018).

La detección temprana de la patofisiología incipiente de la EA tiene una importancia fundamental, como señalan Coughlan et al. (2018). La identificación de individuos en la etapa preclínica posibilita la redirección oportuna hacia intervenciones preventivas con potencial para retardar la manifestación de síntomas. La investigación actual centrada en biomarcadores preclínicos está dirigida en esta dirección, con el propósito de establecer métodos confiables para la detección temprana en individuos con alto riesgo de desarrollar EA (Coughlan et al., 2018). Por otro lado, los marcadores cognitivos vinculados a la EA preclínica son escasos debido a que los diagnósticos y medidas de resultado aún se centran en déficits de memoria episódica como estándar cognitivo para el diagnóstico de la enfermedad (Coughlan et al., 2018). En este sentido, los marcadores cognitivos amplían el fundamento del diagnóstico preclínico de la enfermedad, al integrar factores fisiológicos y psicológicos. Además, la incorporación de marcadores cognitivos los hace aptos para programas de tamizaje poblacional debido a su rentabilidad y facilidad de adquisición, elementos esenciales en estrategias globales para la prevención de la EA (Foley et al., 2017). Específicamente en entornos de atención primaria, los marcadores cognitivos pueden servir como puerta de entrada efectiva hacia procedimientos menos invasivos, costosos y potencialmente perjudiciales.

Ahora bien, a pesar de su relevancia, los marcadores cognitivos vinculados a la EA preclínica son escasos debido a que los diagnósticos y medidas de resultado aún se centran en déficits de memoria episódica como estándar cognitivo para el diagnóstico de la enfermedad (Coughlan et al., 2018). En tanto la memoria episódica decrece naturalmente con la edad, la especificidad de este dominio cognitivo para la detección preclínica de la EA es limitada (Coughlan et al., 2018).

En el contexto de la EA, además de la memoria episódica, diferentes aspectos cognitivos experimentan deterioro. La Cognición Espacial (CE), la memoria, la función ejecutiva, la

capacidad de procesamiento y la capacidad de procesamiento ejecutivo se ven afectadas (Masoumzadeh & Moussavi, 2020). Lo que los hace candidatos para la detección temprana de la enfermedad.

Los procesos cognitivos, como la CE, son particularmente sensibles a la patología neuronal característica de la EA ya desde etapas preclínicas (Levy et al., 2016). La CE abarca un conjunto de procesos que permiten la percepción y comprensión de elementos del entorno, estrechamente relacionados con mapas cognitivos. Estos mapas cognitivos son representaciones mentales que permiten comprender el espacio circundante, facilitando la codificación de trayectorias, la planificación de rutas, la orientación direccional y la integración de objetos en dicho espacio (Epstein et al., 2017). Ambos aspectos sustentan la comprensión y navegación del entorno, siendo fundamentales para actividades cotidianas como las compras, los desplazamientos al trabajo y la orientación en entornos familiares.

Investigaciones como la de Allison et al. (2016), que exploran los efectos del aprendizaje de rutas y la orientación espacial en la EA preclínica, revelan un déficit en las habilidades de orientación espacial desde la etapa preclínica de la EA. Esto convierte a la CE en una variable interesante para los programas de tamizaje cognitivo a nivel poblacional. Hallazgos afines, como los de Kessels et al. (2015), indican un rendimiento deficiente en la memoria espacial tanto en pacientes con EA como con Deterioro Cognitivo Leve (DCL).

A pesar de ello, aún se conoce poco acerca de la variación en los procesos de CE en una población de referencia (Coughlan, et al., 2018), especialmente en el contexto colombiano. Actualmente, no existen medidas adaptadas para evaluar este marcador cognitivo en este grupo poblacional. Además, según Bouchard y Robillard (2011), a pesar del creciente interés en el desarrollo de nuevas metodologías para el diagnóstico y prevención de la EA, faltan herramientas de fácil acceso y potencialmente utilizables a gran escala para evaluar la CE. Esto dificulta la detección temprana de posibles deficiencias cognitivas asociadas con la EA y otros trastornos neurodegenerativos (Nasreddine et al., 2005). Para abordar esta problemática, los videojuegos serios desempeñan un papel crucial (Rizzo et al., 2000), al ofrecer experiencias atractivas que fomentan el compromiso y la disposición de los participantes para completar tareas cognitivas (Muscio et al., 2015). Además, esta modalidad resulta más amigable y accesible para la población en general, lo cual es fundamental para una evaluación amplia y efectiva de la CE en el marco de la prevención de la EA.

Los hallazgos de investigaciones previas respaldan la viabilidad de emplear pruebas de memoria espacial, rotación mental de objetos y navegación alocéntrica como posibles indicadores cognitivos para diferenciar a individuos afectados por la EA, junto con el potencial de los videojuegos serios para este propósito. En este contexto, se desarrolló el videojuego serio NavegApp (Sánchez, 2022), adaptando tres tareas de CE en un formato de videojuego narrativo. Para asegurar que la medición de este marcador cognitivo a través de NavegApp refleje con precisión las habilidades cognitivas de los participantes, se llevó a cabo un estudio de usabilidad. Esto implicó evaluar cómo los usuarios interactúan con la aplicación, la facilidad o dificultad de navegación, obstáculos o confusiones durante las tareas y su experiencia general.

La integración de la CE en videojuegos serios ha generado un creciente interés en la investigación, no solo en términos de su impacto en el desarrollo cognitivo, sino también en relación con la usabilidad de estas aplicaciones. La usabilidad, entendida como la eficacia, eficiencia y satisfacción con la que los usuarios pueden interactuar con un sistema (Carvajal & Saab, 2010) es un aspecto crucial en el diseño y la implementación exitosa de videojuegos serios que involucren la CE.

En estudios previos, se ha explorado cómo la CE puede ser incorporada en videojuegos serios de manera efectiva. Investigaciones como la de Green y Bavelier (2008) han demostrado que la adaptación de tareas de CE en videojuegos puede llevar a mejoras sustanciales en estas habilidades. Sin embargo, la transferencia de estas mejoras a contextos del mundo real y la identificación de los elementos clave que optimizan la integración de la CE en los videojuegos siguen siendo cuestiones por considerar.

En paralelo, el estudio de la usabilidad en videojuegos serios ha tomado relevancia. La experiencia del usuario, incluyendo la facilidad de uso, la claridad de las instrucciones y la interacción fluida con la aplicación, son factores cruciales para la efectividad de los videojuegos serios. Lumsden et al. (2016) destacan la importancia de realizar evaluaciones de usabilidad para identificar problemas potenciales y realizar ajustes que optimicen la experiencia del usuario.

Los estudios de usabilidad facilitan la identificación de posibles problemas o limitaciones, permitiendo ajustes y mejoras para optimizar la funcionalidad (Lumsden et al., 2016). Además, proporcionan datos valiosos sobre el rendimiento de la población adulta normal en las tareas de CE incluidas en NavegApp, lo que permitirá futuras evaluaciones de su validez y confiabilidad como

marcador cognitivo en el diagnóstico preclínico de la EA, al establecer una línea base para la comparación del rendimiento en poblaciones clínicas.

La CE, como marcador cognitivo, requiere una evaluación minuciosa de cómo los usuarios interactúan con la aplicación y cómo esta interacción refleja las habilidades cognitivas reales. Investigaciones previas, como la de Boot et al. (2011), han señalado que la adaptabilidad y la retroalimentación en los videojuegos serios son esenciales para mantener el compromiso de los jugadores y optimizar la efectividad de la experiencia de aprendizaje.

En el contexto actual de la investigación cognitiva y la atención a la salud mental, el estudio de la CE y su integración en videojuegos serios emerge como un campo de gran relevancia y potencial. La CE, que involucra la capacidad de percibir y comprender el entorno tridimensional, despliega un papel fundamental en actividades cotidianas. La integración de la CE en videojuegos serios plantea una oportunidad única para el estudio de esta habilidad cognitiva.

Así, considerando que la demencia, en particular la EA, representa un desafío creciente en términos de salud pública y atención médica. La identificación temprana de marcadores cognitivos en las etapas preclínicas de la EA es un enfoque crucial para la investigación actual. En este sentido, la CE ha demostrado ser afectada tempranamente en la EA y, por lo tanto, se convierte en un candidato prometedor para la evaluación preclínica.

Investigaciones previas han explorado los efectos positivos de los videojuegos serios en el estudio de habilidades cognitivas, incluida la CE (Green & Bavelier, 2008). No obstante, la relación entre la CE y la usabilidad en videojuegos serios aún presenta desafíos por abordar. La optimización de la experiencia del usuario, la adaptación a poblaciones específicas y la identificación de factores críticos para la efectividad de la integración de la CE en los videojuegos serios son aspectos que requieren investigación más profunda.

Esta investigación busca comprender cómo la usabilidad de NavegApp impacta en la experiencia del usuario. Además, se enfocó en un contexto específico: la población de estudiantes de la Universidad de Antioquia, sede Medellín. Esta población representa un grupo de interés particular para la investigación, ya que permite evaluar la viabilidad de la aplicación NavegApp en un contexto colombiano y universitario, permitiendo establecer una base normativa inicial para esta aplicación.

El aporte de este trabajo a la ciencia es significativo en varios aspectos. En primer lugar, contribuye a la comprensión de cómo la integración de la cognición espacial en videojuegos serios

puede permitir el estudio de la CE y cómo el estudio de la usabilidad de estas aplicaciones puede optimizar la experiencia del usuario. Además, la evaluación de la aplicación NavegApp en una población específica como los estudiantes de la Universidad de Antioquia brindará datos valiosos sobre su adaptación y efectividad en un contexto real.

En este sentido, el objetivo de este artículo es describir la percepción de usabilidad de la aplicación NavegApp para la evaluación de la CE. Este artículo tiene como objetivo principal describir la percepción de usabilidad de la aplicación NavegApp como herramienta para evaluar la CE en estudiantes universitarios de 18 a 26 años de la Universidad de Antioquia.

Como hipótesis se estableció que la aplicación NavegApp es percibida positivamente por los estudiantes de la Universidad de Antioquia y es una herramienta viable y eficaz para medir la CE, lo que podría convertirla en un potencial marcador cognitivo en el diagnóstico preclínico de la EA. La evaluación de la usabilidad permitirá determinar la viabilidad de esta herramienta tecnológica para obtener un potencial marcador cognitivo en el diagnóstico preclínico de la EA. Así, este trabajo pretende resolver la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la percepción de usabilidad de la aplicación NavegApp para la evaluación de la CE en estudiantes universitarios de 18 a 26 años?

Métodos

Para llevar a cabo esta investigación, se adoptó un enfoque empírico-analítico, mediante el cual se recopiló información con el propósito de describir el fenómeno bajo estudio, en consonancia con las recomendaciones de Hernández Sampieri (2006). El nivel de investigación adoptado es descriptivo. Mientras que el diseño fue no experimental transversal, que implicó la evaluación única de cada participante en el estudio.

Procedimiento

Se realizó una convocatoria abierta a estudiantes de la Universidad de Antioquia, sede de Medellín a través de estrategias como el volanteo, la difusión oral y la invitación directa. Este proceso culminó en la configuración de una muestra no probabilística compuesta por individuos voluntarios.

Respecto a los criterios de selección, se estableció como requisito fundamental que los participantes estuvieran matriculados como estudiantes de la institución universitaria y que su rango de edad oscilara entre los 18 y 26 años. Además, se dispuso que no presentaran diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas y que demostraran fluidez en el uso del idioma español. Asimismo, se estableció como criterio de exclusión la presencia de discapacidad visual, auditiva o motriz.

Los individuos que cumplieron con los requisitos delineados fueron convocados a una sesión de evaluación durante la cual tuvieron la oportunidad de interactuar con el videojuego serio NavegApp. Dicha interacción se llevó a cabo empleando equipos informáticos proporcionados por el laboratorio de la Universidad, lo que posibilitó la estandarización de aspectos inherentes a la ejecución del videojuego como consecuencias en las diferencias en el hardware de los dispositivos. Este procedimiento, permitió, además, el control de diversas variables ambientales que podrían tener potenciales efectos adversos sobre el rendimiento de los participantes, tales como condiciones lumínicas, niveles de ruido y temperatura ambiente.

Participantes

La muestra final estuvo compuesta por un total de 60 estudiantes, de los cuales 29 eran mujeres (48.3%) y 31 hombres (51.7%). Las características sociodemográficas de la muestra se presentan en la Tabla 1.

Instrumentos

Para la evaluación de las tareas de CE utilizó el Videojuego Serio "NavegApp": una herramienta digital diseñada para la evaluación de la CE. En este contexto, se adaptaron tres tareas experimentales al formato digital de un videojuego serio. El objetivo subyacente a esta adaptación radicó en simplificar la comprensión de las tareas y las instrucciones correspondientes, a la par que se procuró mantener elevados niveles de motivación y rendimiento entre los evaluados.

Cada una de estas tareas experimentales fue programada para seguir rigurosamente el protocolo delineado en la literatura especializada. De manera automática, estas tareas recolectaron y registraron la información relativa al desempeño exhibido por los participantes durante el proceso de ejecución (Sánchez, 2022). Para llevar a cabo la adaptación de las tareas experimentales, se optó por emplear el motor de videojuegos Unity, dadas las ventajas inherentes que este ofrece en términos de integración de componentes gráficos, captura de datos y comunicación con servidores web mediante protocolos basados en Hypertext Preprocessor.

Como parte integral de la adaptación de las tareas, se incorporaron elementos tales como un sistema de puntuación y una retroalimentación de respuestas. Estos elementos fueron aplicados conforme a lo permitido por los protocolos establecidos para la evaluación. Adicionalmente, al comienzo de cada tarea, se programaron dos niveles introductorios con el propósito de facilitar la familiarización de los participantes con la tarea en cuestión, al tiempo que se evaluó la capacidad de estos para seguir instrucciones básicas de manera adecuada.

El diseño y desarrollo de esta herramienta se ejecutó con compatibilidad para navegadores web. Esta decisión se tomó con el fin de permitir la mayor cobertura posible en esta etapa. Tal elección fue guiada por el informe Digital 2021 Global Overview Report para el país (DataReportal – Global Digital Insights, 2021).

Las tareas que fueron objeto de adaptación fueron la Hidden Goal Task, el Corsi Test y la Mental Rotation Task. Estas tareas se emplearon con el propósito de evaluar diversos componentes

de la CE, relacionados con aspectos tales como la orientación espacial, la memoria espacial y la orientación de objetos, respectivamente. _

Con el fin de obtener la percepción de usabilidad experimentada por los participantes en relación con el Videojuego Serio "NavegApp", se procedió a emplear una versión adaptada del Cuestionario de Usabilidad en Sistemas Informáticos CSUQ (Computer System Usability Questionnaire) adaptado al español (Aguilar, de la Garza Gonzá, & Villegas, 2015).

Análisis de datos

En esta fase, la base de datos almacenada en el software Excel se utilizó conjuntamente con RStudio, una plataforma de código abierto ampliamente reconocida en el ámbito del análisis de datos debido a su flexibilidad y capacidad para optimizar, visualizar y procesar resultados. Rstudio versión 2023.06.1.

Los datos recopilados mediante el CSUQ se caracterizaron mediante medidas estadísticas de tendencia central, posición y dispersión. La síntesis de estos resultados se presenta en forma de una tabla siguiendo las directrices establecidas por expertos en el campo (Hayes-Larson et al., 2019).

Resultados

Características Sociodemográficas de la Muestra

Las características sociodemográficas de los participantes se representan en la Tabla 1, que muestran la media y las medianas de la edad y los años de escolaridad de los participantes, adicionalmente se muestra el porcentaje según su procedencia y su estrato socioeconómico.

La muestra incluida en el estudio estuvo compuesta por un total de 60 estudiantes, distribuidos de manera casi equitativa entre mujeres (N=29, 48.3%) y hombres (N=31, 51.7%).

El rango de edad de los participantes varió entre 18 y 45 años. La media de edad para las mujeres fue de 23.6 años (SD = 4.26) y para los hombres fue de 24.6 años (SD = 5.95), con una media general de 24.1 años (SD = 5.19). La mediana de la edad fue de 23 años para la muestra total. Los participantes tenían un promedio de 11.7 años de educación (SD = 3.31) para las mujeres y 11.9 años (SD = 3.00) para los hombres, con una media general de 11.8 años (SD = 3.13). La mediana fue de 11 años en ambos géneros. En cuanto a la procedencia, un 25.0% de la muestra provenía de áreas rurales (7 mujeres, 24.1%; 8 hombres, 25.8%), mientras que el 75.0% restante provenía de áreas urbanas (22 mujeres, 75.9%; 23 hombres, 74.2%). La totalidad de los participantes (100%) se categorizó en un estado socioeconómico bajo.

La muestra estudiada presentó una diversidad en términos de edad y educación, pero una uniformidad en cuanto a su estado socioeconómico. La distribución equitativa entre géneros y la representación tanto de áreas urbanas como rurales contribuyen a una comprensión más completa del fenómeno bajo estudio en diferentes contextos sociodemográficos. Estos datos proporcionan una base sólida para la interpretación y generalización de los hallazgos del estudio a poblaciones similares.

La recolección de los datos está ubicada temporalmente en el año 2022 entre los meses Diez, Once y Doce. Noviembre (11) con 34 datos recolectados, siendo el mes con más participantes, seguido de Diciembre (12) con 16 y finalmente Octubre (10) con la participación de 10 voluntarios, como lo muestra la Los datos distribuidos en esta figura fueron diseñados y ordenados por Rstudio usando las librerías: tidyverse, readcl, table1, psych, ggstatsplot, anytime, naniar, dplyr ggplot2, pander, flextable, likert y jmv. Pertenecientes al repositorio el CRAN.

Tabla 1*Distribución de las características sociodemográficas de la muestra.*

	Femenino (N=29)	Masculino (N=31)	Total (N=60)
Edad (Años)			
Media (ED)	23.6 (4.26)	24.6 (5.95)	24.1 (5.19)
Mediana [Mín, Máx]	24.0 [18.0, 37.0]	23.0 [19.0, 45.0]	23.0 [18.0, 45.0]
Años de Educación			
Media (DE)	11.7 (3.31)	11.9 (3.00)	11.8 (3.13)
Mediana [Mín, Máx]	11.0 [1.00, 19.0]	11.0 [3.00, 20.0]	11.0 [1.00, 20.00]
Procedencia			
Rural	7 (24.1%)	8 (25.8%)	15 (25.0%)
Urbano	22 (75.9%)	23 (74.2%)	45 (75.0%)
Estatus Socioeconómico			
Bajo	29 (100%)	31(100%)	60 (100%)

Evaluación de Usabilidad: Cuestionario de Usabilidad en Sistemas Informáticos (CSUQ)

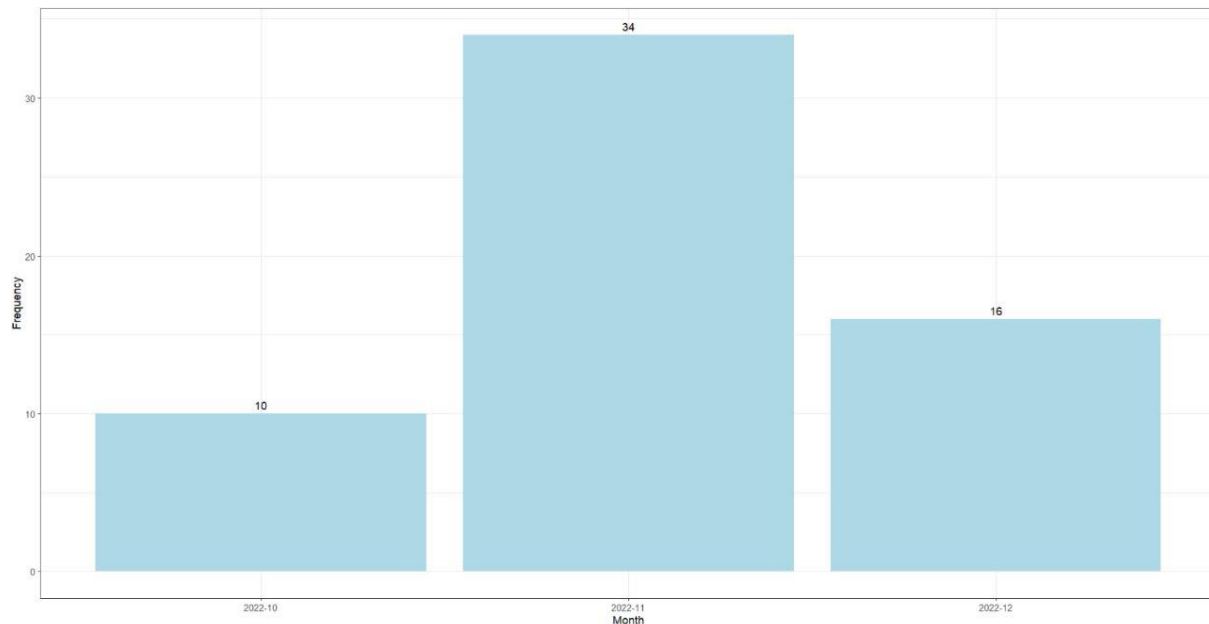
La evaluación de la usabilidad del sistema se llevó a cabo mediante el Cuestionario de Usabilidad en Sistemas Informáticos (CSUQ). La muestra analizada consistió en 50 respuestas, sin datos faltantes en las dimensiones evaluadas las cuales fueron: Calidad del Sistema (CalidadDato), Calidad de la Información (CalidadIfo), y Calidad de la Interfaz (CalidadSistema).

La puntuación media para CalidadDato fue de 6.39, con una mediana de 6.83. La desviación estándar fue de 0.91, y los valores oscilaron entre un mínimo de 3.17 y un valor bajo de 7.0. Para la dimensión de CalidadInfo la media fue de 5.77, con una mediana de 6.0 y una desviación estándar de 0.89. El rango de los valores fue entre 3.0 (mínimo) y 6.75 (bajo). Y para la dimensión

CalidadSistema, la media fue de 5.92, con una mediana de 6.3. La desviación estándar resultó en 0.90, y los valores variaron entre 3.6 (mínimo) y 7.0 (bajo).

Figura 1

Participación de la muestra en el año 2022.



Nota. Los datos distribuidos en esta figura fueron diseñados y ordenados por Rstudio usando las librerías: tidyverse, readcl, table1, psych, ggstatsplot, anytime, naniar, dplyr ggplot2, pander, flextable, likert y jmv. Pertenecientes al repositorio el CRAN.

Los resultados indican una percepción generalmente positiva de la usabilidad del sistema entre los participantes. CalidadDato fue valorada ligeramente más alta en comparación con las otras dos dimensiones, lo que podría reflejar una satisfacción general con el rendimiento y la eficacia del sistema. Sin embargo, la variabilidad en las respuestas, especialmente en la dimensión de CalidadIfo, sugiere que podría haber aspectos específicos en los que el sistema podría mejorar, particularmente en lo que se refiere a la claridad y la utilidad de la información proporcionada.

Estos resultados ofrecen una visión valiosa de las percepciones de los usuarios sobre la usabilidad del sistema, y subrayan áreas donde podría haber oportunidades para mejorar y optimizar la experiencia del usuario. La Tabla 2 resume las estadísticas descriptivas de la evaluación de la usabilidad.

Fiabilidad de la Escala CSUQ

La evaluación de la fiabilidad del Cuestionario de Usabilidad en Sistemas Informáticos (CSUQ) arrojó evidencias consistentes respecto a su integridad interna. El coeficiente alfa de Cronbach alcanzó un valor de 0.936, señalando una alta correlación entre los ítems y confirmando que el CSUQ mide de manera coherente el constructor de usabilidad.

Tabla 2

Descriptivos de las dimensiones del CSUQ.

	CalidadDato	CalidadInfo	CalidadSistema
N	50	50	50
Datos faltantes	0	0	0
Media	6.39	5.77	5.92
Mediana	6.83	6.00	6.30
Desviación Estándar	0.91	0.89	0.90
Mínimo	3.17	3.00	3.60
Bajo	7.00	6.75	7.00

Además, el coeficiente omega de McDonald fue de 0.949, lo cual confirma la fiabilidad del cuestionario en tanto el coeficiente omega considera tanto la carga factorial común como la única de los ítems, proporcionando una estimación más precisa de la fiabilidad de la escala. Ver resultados en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..*

Distribución de las respuestas del CSUQ en la escala Likert.

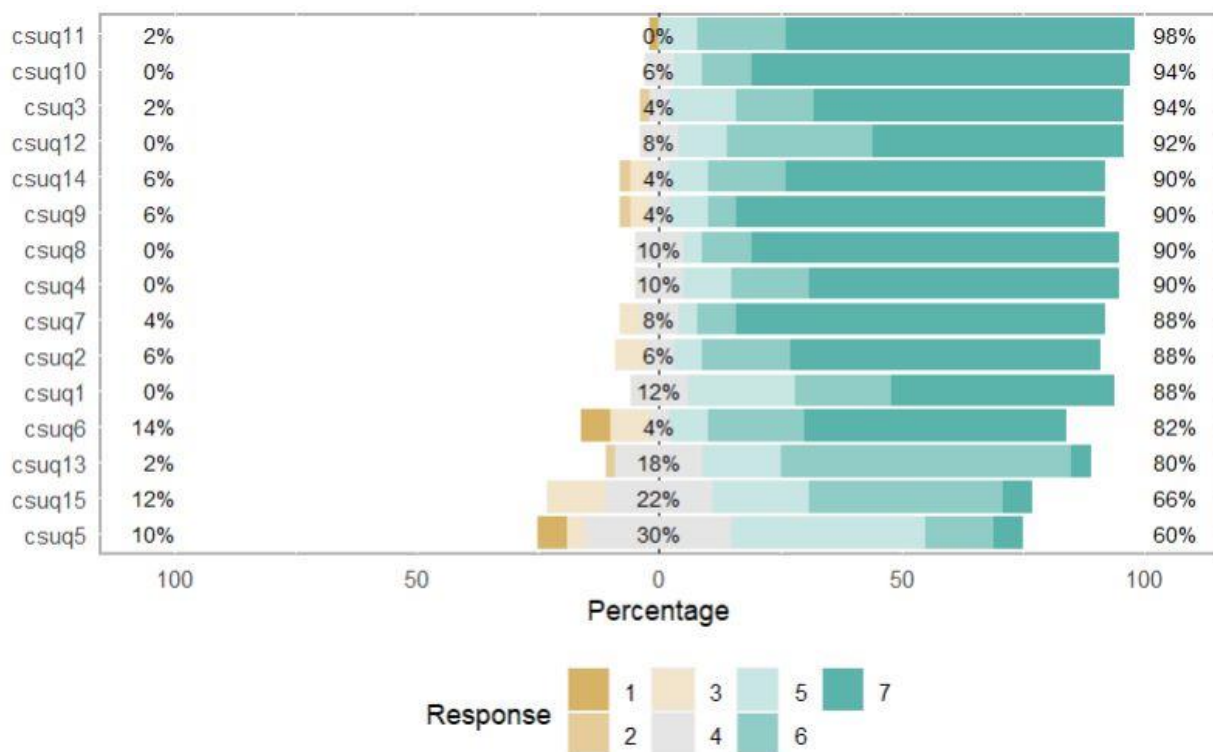
El análisis de la distribución de las respuestas obtenidas del CSUQ, evaluadas en una escala Likert, revela una percepción general positiva en cuanto a la usabilidad del Videjuego serio NavegApp. En esta escala, los niveles de 1, 2 y 3 indican desacuerdo, el nivel 4 representa neutralidad, y los niveles 5, 6 y 7 reflejan una mayor afinidad hacia la usabilidad del sistema.

Según los resultados de la Figura 2. 13 de los 15 reactivos del CSUQ exhiben niveles de satisfacción que superan el 80%, lo que indica una alta aprobación por parte de los participantes. Sin embargo, es relevante señalar que existen dos ítems, específicamente el ítem 15 y el ítem 5, que se sitúan por encima del umbral del 50%.

Este hallazgo sugiere que, en general, la mayoría de los ítems evaluados en el CSUQ alcanza una percepción positiva por parte de los usuarios, lo que respalda una usabilidad efectiva del videojuego serio. No obstante, los resultados también resaltan la importancia de abordar y mejorar los aspectos relacionados con los ítems 15 y 5, lo que podría contribuir a una experiencia de usuario aún más positiva en futuras iteraciones del sistema.

Figura 2

Distribución de las respuestas del CSUQ en la escala Likert.



Nota. Los datos distribuidos en esta figura fueron diseñados y ordenados por Rstudio usando las librerías: tidyverse, readcl, table1, psych, ggstatsplot, anytime, naniar, dplyr ggplot2, pander, flextable, likert y jmv. Pertenecientes al repositorio el CRAN.

Discusión

La presente investigación se centró en analizar la percepción de usabilidad de la aplicación NavegApp entre un grupo de estudiantes de la Universidad de Antioquia, con el objetivo de explorar su potencial como herramienta de evaluación de la CE en el diagnóstico preclínico de la EA. La evaluación de la usabilidad se realizó a través de tres dimensiones: Calidad del Sistema (CalidadDato), Calidad de la Información (CalidadInfo), y Calidad de la Interfaz (CalidadSistema).

Los resultados indicaron una percepción generalmente positiva de la usabilidad del sistema entre los participantes. La dimensión CalidadDato fue valorada ligeramente más alta en comparación con las otras dos dimensiones. Esto puede reflejar una satisfacción general con el rendimiento y la eficacia del sistema, lo cual es vital para el éxito de cualquier aplicación diseñada para evaluar la CE y su relación con enfermedades como la EA.

No obstante, la variabilidad en las respuestas, especialmente en la dimensión de Calidad de la Información (CalidadInfo), sugiere que podría haber aspectos específicos en los que el sistema podría mejorar, particularmente en lo que se refiere a la claridad y la utilidad de la información proporcionada. Esto es fundamental para asegurar que los usuarios puedan entender y responder correctamente las tareas, lo cual es esencial para una evaluación precisa de la CE.

La alta fiabilidad del CSUQ en este estudio, con un alfa de Cronbach de 0.936 y un coeficiente omega de McDonald de 0.949, refuerza la integridad de los resultados y confirma que los ítems que componen el cuestionario CSUQ se encuentran altamente relacionados entre sí. En cuanto a la aplicabilidad de NavegApp en el diagnóstico preclínico de la EA, la percepción positiva de la usabilidad sugiere que esta herramienta podría ser viable como un potencial marcador cognitivo. Sin embargo, se requiere investigación adicional para validar NavegApp en contextos clínicos y para explorar su precisión y eficacia en la detección temprana de la EA.

En conclusión, la aplicación NavegApp mostró una aceptable percepción de usabilidad entre los estudiantes de la Universidad de Antioquia. Los hallazgos de este estudio ofrecen una visión valiosa de las percepciones de los usuarios y subrayan áreas donde podría haber oportunidades para mejorar y optimizar la experiencia del usuario. La investigación futura deberá enfocarse en estas áreas de mejora y en la validación de NavegApp como herramienta de diagnóstico preclínico en la EA.

Conclusiones

La percepción general de los participantes hacia la aplicación fue positiva, con una destacada satisfacción en la calidad del sistema (CalidadDato); se identificó una necesidad de mejorar la calidad de la información (CalidadInfo) presentada en la aplicación; la percepción de usabilidad positiva sugiere que NavegApp podría ser una herramienta viable en el diagnóstico preclínico de la EA; la importancia de realizar estudios adicionales en un contexto clínico para validar completamente la aplicación; la investigación respaldó la hipótesis inicial sobre la usabilidad de la aplicación; este estudio ha enriquecido el conocimiento en la evaluación de la CE; la investigación ha resaltado la significancia de las herramientas tecnológicas en la detección temprana y diagnóstico preclínico de la EA; las áreas identificadas para mejora ofrecen valiosas orientaciones para futuros desarrollos y optimizaciones de NavegApp; y a través de mejoras y validación adicional, NavegApp tiene el potencial de transformarse en una herramienta eficaz para la evaluación de la CE y contribuir significativamente a la detección de la EA en etapas tempranas.

Los resultados de este estudio ofrecen una valiosa comprensión de cómo los estudiantes perciben y experimentan NavegApp en el contexto de la evaluación de la CE, y proporciona una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en este campo emergente y prometedor.

Recomendaciones

Claridad de la información: dado que la dimensión Calidad de la información (CalidadInfo) recibió resultados mixtos, se recomienda aumentar la utilidad y claridad de la información en NavegApp. Para asegurarse de que los usuarios comprendan las tareas por completo, esto podría implicar repasar los comentarios y las instrucciones nuevamente.

Se requieren más investigaciones en entornos clínicos para evaluar la eficacia de NavegApp como herramienta de diagnóstico preclínico para la enfermedad de Alzheimer. Se sugiere establecer colaboraciones interdisciplinarias para garantizar la precisión y la validez de la aplicación como herramienta de diagnóstico.

Mejora de la Experiencia del Usuario: Dado que la percepción general fue positiva, pero aún hay oportunidades de mejora, es fundamental enfocarse en optimizar la experiencia del usuario. Esto podría implicar optimizar la interfaz de usuario, agregar comentarios más precisos y ajustarse a los requisitos únicos de la audiencia prevista.

Dado el alto nivel de confiabilidad del CSUQ en este estudio, se recomienda utilizarlo en estudios posteriores que examinen la usabilidad de herramientas relacionadas para garantizar resultados consistentes y confiables.

La investigación futura debería centrarse en las áreas de mejora identificadas y en la validación de NavegApp en muestras clínicas más amplias. Además, considerar la posibilidad de explorar el potencial del Videjuego serio a largo plazo de la CE y su relación con la progresión de la EA.

Referencias

- Aguilar, M. I. H., de la Garza Gonzá, A., & Villegas, A. A. G. (2015). Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ/Spanish language adaptation of the Computer Systems Usability Questionnaire CSUQ. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 4(8), 84-99.
- Allison, S. L., Fagan, A. M., Morris, J. C., & Head, D. (2016). Spatial Navigation in Preclinical Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 52(1), 77-90. <https://doi.org/10.3233/jad-150855>
- Alzheimer Association. (2019). 2019 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's & Dementia*, 15, 321-387.
- American Psychological Association [APA]. (2020). *Publication Manual of the American Psychological Association* (7a ed.). American Psychological Association.
- Antonova, E., Parslow, D., Brammer, M., Dawson, G. R., Jackson, S. H., & Morris, R. G. (2009). Age-related neural activity during allocentric spatial memory. *Memory* 17, 125-143. doi: 10.1080/09658210802077348
- Astur, R. S., Ortiz, M. L., & Sutherland, R. J. (1998). A characterization of performance by men and women in a virtual Morris water task: a large and reliable sex difference. *Behav. Brain Res.* 93, 185-190. doi: 10.1016/S0166-4328(98)00019-9
- Barrash, J. (1994). Age-related decline in route learning ability. *Dev. Neuropsychol.* 10, 189-201. doi: 10.1080/87565649409540578
- Boot, W. R., Kramer, A. F., Simons, D. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2011). The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta Psychologica*, 129(3), 387-398.
- Burgess, N., Maguire, E. A., & O'Keefe, J. (2002). The Human Hippocampus and Spatial and Episodic Memory. *Neuron*, 35(4), 625-641. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(02\)00830-9](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(02)00830-9)
- Burns, P. C. (1999). Navigation and the mobility of older drivers. *J. Gerontol. B Psychol. Sci. Soc. Sci.* 54, 49-55. doi: 10.1093/geronb/54B.1.S49
- Carvajal, M., & Saab, J. (2010). Fundamentos conceptuales de las directrices de gobierno en línea. Bogotá-Colombia: Ministerio de las TIC.
- Chai, X. J., & Jacobs, L. F. (2009). Sex differences in directional cue use in a virtual landscape. *Behav. Neurosci.* 123, 276-283. doi: 10.1037/a0014722
- Congreso de Colombia. (2006). Ley 1090 DE 2006. *Diario Oficial*, 2006(46383), 1-27. http://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite_de_etica/Ley_1090_2006_-_Psicologia.pdf

- Coughlan, G., Coutrot, A., Khondoker, M., Minihane, A. M., Spiers, H., & Hornberger, M. (2018). Impact of Sex and APOE Status on Spatial Navigation in Pre-symptomatic Alzheimers disease. *BioRxiv*, 287722. <http://biorxiv.org/content/early/2018/03/23/287722.abstract>
- Coughlan, G., Laczó, J., Hort, J., Minihane, A. M., & Hornberger, M. (2018). Spatial navigation deficits — Overlooked cognitive marker for preclinical Alzheimer disease? *Nature Reviews Neurology*, 14(8), 496–506. <https://doi.org/10.1038/s41582-018-0031-x>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011, March 2014*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Epstein, R., Patai, E., Julian, J. et al. El mapa cognitivo en humanos: navegación espacial y más allá. *Nat Neurosci* 20, 1504–1513 (2017). <https://doi.org/10.1038/nn.4656>
- Fernandez-Baizan, C., Arias, J. L., & Mendez, M. (2019). Spatial memory in young adults: Gender differences in egocentric and allocentric performance. *Behavioural Brain Research*, 359, 694–700. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2018.09.017>
- Fernandez-Baizan, C., Diaz-Caceres, E., Arias, J. L., & Mendez, M. (2019). Egocentric and allocentric spatial memory in healthy aging: Performance on real-world tasks. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 52(4), 1–7. <https://doi.org/10.1590/1414-431x20198041>
- Foley, J. A., Wertsch, S. K., Stewart, J. T., & Wicks, D. E. (2017). Facilitating early Alzheimer's disease detection through patient identification of cognitive deficits. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 6, 166-175.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Exercising your brain: A review of human brain plasticity and training-induced learning. *Psychology and Aging*, 23(4), 692-701. <https://doi.org/10.1037/a0014345>
- Head, D., & Isom, M. (2010). Age effects on wayfinding and route learning skills. *Behav. Brain Res.*, 209, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.01.012>
- Iaria, G., Palermo, L., Committeri G., & Barton, J. (2009). Age differences in the formation and use of cognitive maps. *Behav. Brain Res.*, 196, 187–191. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2008.08.040>
- Jansen, P., Schmelter, A., & Heil, M. (2010). Spatial knowledge acquisition in younger and elderly adults: a study in a virtual environment. *Exp. Psychol.*, 57, 54–60. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000007>
- Kessels RPC, Overbeek A, Bouman Z. (2015). Assessment of verbal and visuospatial working memory in mild cognitive impairment and Alzheimer's dementia. *Dement Neuropsychol*, 9(3), 301–5.
- Levy, B., Tsoy, E., Gable, S., & Korczyn, A. (2016). Developing Cognitive Markers of Alzheimer's Disease for Primary Care: Implications for Behavioral and Global Prevention. *Journal of Alzheimer's Disease*, 54(4), 1259–1272. <https://doi.org/10.3233/JAD-160309>

- Levy, J., Decety, J., Lepage, M., & Hetu, S. (2016). Distinct functional networks for conceptual integration and its constituent relations in the human brain. *NeuroImage*, *141*, 379-389.
- Lumsden, J., Edwards, E. A., Lawrence, N. S., Coyle, D., Munafò, M. R., & Creswell, C. (2016). Investigating the impact of text messaging during the transition to kindergarten: A randomised controlled trial. *British Journal of Educational Psychology*, *86*(2), 181-203.
- Masoumzadeh, S., & Moussavi, Z. (2020). Does Practicing with a Virtual Reality Driving Simulator Improve Spatial Cognition in Older Adults? A Pilot Study. *Neuroscience Insights*, *15*. <https://doi.org/10.1177/2633105520967930>
- Mitolo, M., Gardini, S., Fasano, F., Crisi, G., Pelosi, A., Pazzaglia, F., & Caffarra, P. (2013). Visuospatial memory and neuroimaging correlates in mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, *35*(1), 75-90. <https://doi.org/10.3233/JAD-121288>
- Moffat, S. D., Elkins, W., & Resnick, S. M. (2006). Age differences in the neural systems supporting human allocentric spatial navigation. *Neurobiol. Aging*, *27*, 965-972. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2005.05.011>
- Moffat, S. D., Hampson, E., & Hatzipantelis, M. (1998). Navigation in a virtual maze: sex differences and correlation with psychometric measures of spatial ability in humans. *Evol. Hum. Behav.*, *19*, 73-87. [https://doi.org/10.1016/S1090-5138\(97\)00104-9](https://doi.org/10.1016/S1090-5138(97)00104-9)
- Moffat, S. D., & Resnick, S. M. (2002). Effects of age on virtual environment place navigation and allocentric cognitive mapping. *Behav. Neurosci.*, *116*, 851-859. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.116.5.851>
- Newman, M. C., & Kaszniak, A. W. (2000). Spatial memory and aging: performance on a human analog of the Morris water maze. *Neuropsychol. Dev. Cogn.*, *7*, 86-93. [https://doi.org/10.1076/1382-5585\(200006\)7:2;1-U;FT086](https://doi.org/10.1076/1382-5585(200006)7:2;1-U;FT086)
- Noel-Storr, A. H., McCleery, J. M., Richard, E., Ritchie, C. W., Flicker, L., Cullum, S. J., ... McShane, R. (2014). Reporting standards for studies of diagnostic test accuracy in dementia: The STARDdem Initiative. *Neurology*, *83*(4), 364-373. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000621>
- Rodriguez Funes, M. V. (2019). Control de sesgos: piedra angular de la validez interna en la investigación para la salud. *ALERTA Revista Científica Del Instituto Nacional de Salud*, *2*(2), 181-187. <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i2.7904>
- Rothman, K. J., Greenland, S., & Lash, T. L. (2011). *Modern epidemiology: Third edition*.
- RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston. <http://www.rstudio.com/>
- Sánchez. (2022). *NavegApp: Desarrollo de un videojuego serio para la evaluación de la cognición espacial*. (Manuscrito no publicado). Universidad de Antioquia.
- Saucier, D. M., Green, S. M., Leason, J., MacFadden, A., Bell, S., & Elias, L. J. (2002). Are sex differences in navigation caused by sexually dimorphic strategies or by differences in the ability to use the strategies? *Behav. Neurosci.*, *116*, 403-410. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.116.3.403>

-
- Tascón, L., Castillo, J., & Cimadevilla, J. M. (2019). Age-related differences in the elderly in a spatial recognition task. *Memory*, 27(10), 1415–1422. <https://doi.org/10.1080/09658211.2019.1663216>
- Wilkniss, S. M., Jones, M. G., Korol, D. L., Gold, P. E., & Manning, C. A. (1997). Age-related differences in an ecologically based study of route learning. *Psychol. Aging*, 12, 372–375. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.12.2.372>
- Woolley, D. G., Vermaercke, B., Op de Beeck, H., Wagemans, J., Gantois, I., D’Hooge, R., et al. (2010). Sex differences in human virtual water maze performance: novel measures reveal the relative contribution of directional responding and spatial knowledge. *Behav. Brain Res.*, 208, 408–414. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.12.019>
- World Health Organization. (2018). *Towards a dementia plan: a WHO guide*. <http://www.who.int/iris/handle/10665/272642>
- Yang, Y., & Kwak, Y. T. (2017). Improvement of Cognitive Function after Computer-Based Cognitive Training in Early Stage of Alzheimer’s Dementia. *Dementia and Neurocognitive Disorders*, 16(1), 7. <https://doi.org/10.12779/dnd.2017.16.1.7>