



ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL
DE LA USC

Ana
Nieto Vieites

Tesis doctoral

Entrenamiento cognitivo en personas mayores en riesgo de demencia mediante el videojuego "Tras la huella del tiempo": diseño y estudio piloto de su eficacia en una intervención combinada con tACS

Santiago de Compostela, 2026

TESIS DE DOCTORADO

ENTRENAMIENTO COGNITIVO EN PERSONAS MAYORES EN RIESGO DE DEMENCIA MEDIANTE EL VIDEOJUEGO *TRAS LA HUELLA DEL TIEMPO*: DISEÑO Y ESTUDIO PILOTO DE SU EFICACIA EN UNA INTERVENCIÓN COMBINADA CON TACS

Ana Nieto Vieites

Director: Arturo X. Pereiro Rozas

Directora: Cristina Lojo Seoane

PROGRAMA DE DOCTORADO EN DESARROLLO PSICOLÓGICO, APRENDIZAJE Y SALUD

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2026

Agradecimientos

Finalizar esta etapa y completar mi tesis doctoral no habría sido posible sin el apoyo de todas las personas que me habéis acompañado a lo largo del proceso. Gracias a todos/as por haber estado a mi lado.

A mi director y directora de tesis, Arturo y Cris, por vuestra gran dedicación y compromiso con este trabajo. Por vuestra guía, disponibilidad, paciencia, confianza y valiosos consejos. A Eulogio Real, por la ayuda imprescindible en los análisis de esta tesis.

A las compañeras y compañeros del Grupo de Investigación en Psicogerontología, el pilar de mi trayectoria académica y profesional desde hace ya nueve años. Este trabajo es fruto de un esfuerzo colectivo donde todos/as habéis sido una pieza clave. Onésimo, David, María, Sabela, Alba, Lucía, Fátima, Sonali, Xana, Ingri, y de nuevo Arturo y Cris, gracias por vuestras enseñanzas, vuestro compañerismo, las ideas compartidas y el apoyo constante. Gracias por las celebraciones compartidas que hicieron más ameno el camino. Ha sido una suerte teneros.

Gracias a todas las personas mayores que han participado en esta investigación y en los proyectos de los que he formado parte a lo largo del camino. Sin ellos/as, nada de esto hubiera sido posible. Todos/as ellos/as han sido inspiración y me han ayudado a crecer profesional y personalmente.

A mis compañeras y compañeros del departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación de la USC, que me acogieron con los brazos abiertos y de quienes solo he recibido muestras de cariño, ánimo, apoyo y paciencia.

A Fernanda, gracias por hacer más llevaderas las últimas etapas y por las constantes palabras de ánimo. Gracias por hacerme ver la necesidad de desconectar, y disfrutar de mis alegrías.

A Zeltia, Susana y Emma, mis compañeras más cercanas convertidas ya en amigas. Gracias por vuestra paciencia, generosidad y por estar siempre ahí.

A mis amigas y compañeras de vida, Alba, Amy e Irene, por sostenerme y escucharme en los momentos difíciles, y convertir en risas los malos momentos. Gracias por creer en mí cuando yo no lo hacía. Vuestras muestras de orgullo y vuestro apoyo incondicional han sido mi motor para continuar.

A Mike, por sumarte a desafinar en las sesiones de Karaoke.

A Paula, por tu apoyo constante a la distancia.

A Jacobo, Lucía, Uxía y Martín, por las tardes compartidas, las cenas y los buenos momentos que me recordaban la importancia de las pequeñas pausas.

Y de nuevo a Cris, amiga más que compañera y a la que he mencionado varias veces en esta sección de mi tesis, porque tu apoyo ha sido constante en todos los ámbitos de mi vida. Gracias por tu esfuerzo, tu tiempo, y por estar siempre, incluso en las horas más intempestivas, sosteniéndome y ayudándome a superar cada obstáculo. Gracias por escucharme. Gracias por estar. También a tu familia, Jose, Sofía y Lucas, que han sufrido los efectos colaterales de haber absorbido tantas veces tu tiempo. Gracias por comprender y por acompañarme de manera indirecta.

A mi familia, por vuestro respaldo y comprensión, especialmente durante los malos momentos. A mis padres, quienes me enseñaron el valor del esfuerzo, la constancia y el trabajo diario, tan necesarios para alcanzar esta meta. Vuestro apoyo incondicional y enorme y constante sacrificio han sido la base de todos mis logros. A Fe, por ser refugio junto a Trasgo y Manila. Y a mi abuelo Manuel, que, como ejemplo de envejecimiento patológico, inspiró mi vocación para dedicarme al ámbito de las personas mayores. Este trabajo, es un homenaje a él y a todos/as aquellos/as que me han permitido aprender y avanzar.

Gracias a todos/as por ser mi inspiración y mi fortaleza.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
ÍNDICE	II
RESUMEN.....	IV
RESUMO	VI
ABSTRACT.....	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABLAS	XI
LISTA DE PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS.....	XII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 CARACTERIZACIÓN COGNITIVA A LO LARGO DEL CONTINUO DE ENVEJECIMIENTO	3
2.1 DECLIVE COGNITIVO SUBJETIVO (DCS)	4
2.1.1 Prevalencia del DCS.....	5
2.1.2 Progresión de DCS a deterioro cognitivo objetivo y demencia	6
2.2 DETERIORO COGNITIVO LIGERO (DCL)	7
2.2.1 Prevalencia del DCL	8
2.2.2 Progresión de DCL a demencia.....	8
3 MEMORIA Y FUNCIONES EJECUTIVAS EN EL CONTINUO DEL DETERIORO COGNITIVO ASOCIADO A LA EDAD.....	10
4 ENTRENAMIENTO COGNITIVO (EC) EN PERSONAS MAYORES.....	14
4.1 EFICACIA DEL EC EN PERSONAS MAYORES	15
4.2 EC Y ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL POR CORRIENTE ALTERNA EN PERSONAS MAYORES.....	17
5 TECNOLOGÍA, EC Y PERSONAS MAYORES	20
5.1 ENTRENAMIENTO COGNITIVO COMPUTARIZADO (ECC) EN PERSONAS MAYORES.....	21
5.2 EFICACIA DEL ECC EN PERSONAS MAYORES.....	24
6 OBJETIVOS.....	29
7 METODOLOGÍA GENERAL	30
7.1 ESTUDIO 1. PREFERENCIAS ESTÉTICAS Y ARGUMENTALES	30
7.1.1 Participantes	30
7.1.2 Instrumentos	31
7.1.3 Procedimiento.....	33
7.1.4 Análisis Estadísticos.....	34
7.2 ESTUDIO 2. INTERACCIÓN DE USUARIO/A CON EL VIDEOJUEGO.	34
7.2.1 Participantes	34
7.2.2 Instrumentos	34
7.2.3 Procedimiento.....	35
7.2.4 Análisis Estadísticos.....	35
7.3 ESTUDIO 3. ESTUDIO PILOTO SOBRE LA EFICACIA DEL VIDEOJUEGO <i>TRAS LA HUELLA DEL TIEMPO</i>	36
7.3.1 Participantes	36
7.3.2 Instrumentos	37
7.3.3 Procedimiento.....	42
7.3.4 Análisis Estadísticos.....	45

8 RESULTADOS	48
8.1 ESTUDIO 1. PREFERENCIAS ESTÉTICAS Y ARGUMENTALES	48
8.2 ESTUDIO 2. INTERACCIÓN DE USUARIO/A CON EL VIDEOJUEGO	50
8.3 ESTUDIO 3. ESTUDIO PILOTO SOBRE LA EFICACIA DEL VIDEOJUEGO <i>TRAS LA HUELLA DEL TIEMPO</i>	54
9 DISCUSIÓN	68
9.1 ESTUDIO 1. PREFERENCIAS ESTÉTICAS Y ARGUMENTALES	68
9.2 ESTUDIO 2. INTERACCIÓN DE USUARIO/A CON EL VIDEOJUEGO	68
9.3 ESTUDIO 3. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL VIDEOJUEGO <i>TRAS LA HUELLA DEL TIEMPO</i>	69
9.4 LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	73
10 CONCLUSIONES GENERALES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
APÉNDICES	109
Apéndice I: Aspectos Éticos, Legales, de Conflicto de Intereses y Financiación	109
Apéndice II: Informe Favorable del Comité de Ética	110
Apéndice III: Autorización de la Revista para la Reproducción de la Publicación	112
Apéndice IV: Cuestionario sobre el Perfil Sociodemográfico, los Hábitos y el Uso Tecnológico	113
Apéndice V: Muestra de Transcripción y Codificación de Aportaciones del Grupo Focal	117
Apéndice VI: Cuestionario sobre Actitudes y Experiencia Tecnológica (Familiaridad, Uso y Aceptación)	119
Apéndice VII: Cuestionario de Interacción de Usuario/a con el Videojuego	121
Apéndice VIII: Valoración de las Emociones Experimentadas Durante el Juego	123
Apéndice IX: Escenarios y Actividades del Videojuego <i>Tras la huella del tiempo</i>	124
Apéndice X: Manual de Uso del Videojuego <i>Tras la huella del tiempo</i>	130
Apéndice XI: Medidas de Seguridad e Higiene (COVID-19)	142
Apéndice XII: Actividades Incluidas en la Intervención con NeuronUP	146
Apéndice XIII: Protocolo de Intervención con tACS	148
Apéndice XIV: Módulo de Detección de las Sensaciones Ligadas a la tES	152
Apéndice XV: Lista de Verificación para tES	153

Resumen

Introducción: El entrenamiento cognitivo a través de videojuegos es un tipo de Entrenamiento Cognitivo Computarizado (ECC) novedoso que podría ayudar a mantener o mejorar el estado cognitivo en personas mayores. Algunas ventajas del ECC sobre el entrenamiento cognitivo tradicional están relacionadas con la accesibilidad, la reducción de costes, la retroalimentación inmediata y la posibilidad de ajuste dinámico de los niveles de dificultad, fomentando la motivación y la adherencia al tratamiento. Además, el ECC a través de videojuegos narrativos favorece la inmersión y la contextualización, favoreciendo la transferencia de las mejoras obtenidas hacia otras habilidades no entrenadas y actividades de la vida diaria. En esta investigación se describe el proceso de diseño y estudio de eficacia de un videojuego narrativo para el entrenamiento cognitivo de la memoria y de las funciones ejecutivas de personas mayores en riesgo de demencia.

Método: El diseño del videojuego *Tras la huella del tiempo* y el análisis de su eficacia se llevaron a cabo en tres estudios. En el estudio 1 se formó un grupo focal con 13 personas mayores para analizar sus preferencias (estéticas, argumentales y de diseño) del videojuego. El debate grupal se complementó con un cuestionario sobre el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación incluyendo los videojuegos, junto con un cuestionario específico sobre sus preferencias con respecto a distintos aspectos del diseño y trama del videojuego (escenarios, fondo, argumento). En el Estudio 2, y una vez diseñado el videojuego en base a estos resultados, se evaluó la interacción de usuario/a con el videojuego en una muestra de 19 personas mayores. Se evaluaron aspectos como la adecuación del dispositivo, la usabilidad, la intención de uso o las emociones experimentadas durante su utilización. Finalmente, en el Estudio 3 se llevó a cabo un ensayo controlado aleatorizado de ciego único con 53 participantes diagnosticados/as con Declive Cognitivo Subjetivo o Deterioro Cognitivo Ligero para analizar su eficacia. Las personas participantes se dividieron en dos grupos experimentales sometidos a dos modalidades de intervención (i.e., entrenamiento a través del videojuego diseñado o entrenamiento a través de NeuronUP) y un grupo de control activo que acudió a sesiones formativas sobre el uso de herramientas tecnológicas. Cada uno de los dos grupos experimentales, se dividió, a su vez, en dos subgrupos en función de si recibían estimulación transcraneal por corriente alterna (tACS) o Sham (i.e., una condición simulada) para evaluar la eficacia de esta técnica combinada con los ECC considerados. Se evaluó el efecto sobre la memoria y las funciones ejecutivas, así como en la funcionalidad, el deterioro comportamental, la calidad de vida y las expectativas de eficacia, mediante medidas previas y posteriores a la intervención.

Resultados: El estudio sobre preferencias estéticas y argumentales mostró opiniones favorables hacia propuestas de ECC que combinen diversión y entrenamiento cognitivo, y manifestaron preferencias hacia formatos con colores luminosos, formas bien definidas, escenarios y avatares realistas y un argumento cercano a su vida cotidiana. El estudio de interacción evidenció que el videojuego *Tras la huella del tiempo* provocaba una valoración muy positiva en términos de adecuación del dispositivo, usabilidad, intención de uso y aspectos estéticos. Además, los/as participantes experimentaron emociones positivas durante el juego. En cuanto al estudio preliminar de la eficacia de las intervenciones con ECC, los resultados sugieren que tanto con NeuronUP como con el videojuego *Tras la huella del tiempo* se obtiene una mayor proporción de mejoras y menor proporción de empeoramientos que los observados en el grupo de control activo, con efectos en dominios específicos, pero con escasos niveles de transferencia próxima. Estos efectos específicos de mejora o empeoramiento podrían obedecer a la combinación de intervención ECC y condición de la estimulación o placebo con tACS.

Conclusiones: El codiseño de *Tras la huella del tiempo* ha permitido tener en cuenta las opiniones y las preferencias de las personas mayores siendo ampliamente aceptado por las personas participantes, generado un alto grado de satisfacción y experiencia positiva de juego, clave para favorecer la motivación y la adherencia a la intervención. Los datos preliminares sobre eficacia ponen de manifiesto la capacidad de las dos modalidades de ECC utilizadas para reducir la proporción de empeoramientos y aumentar la de mejoras en la cognición y expectativas de eficacia en personas mayores en riesgo de demencia.

Palabras clave: Entrenamiento Cognitivo Computarizado (ECC), videojuego narrativo, Declive Cognitivo Subjetivo (DCS), Deterioro Cognitivo Ligero (DCL), estimulación transcraneal por corriente alterna (tACS).

Resumo

Introdución: O adestramento cognitivo a través de videoxogos é un tipo de Adestramento Cognitivo Computarizado (ACC) novidoso que podería axudar a manter ou mellorar o estado cognitivo en persoas maiores. Algunhas vantaxes do ACC sobre o adestramento cognitivo tradicional están relacionadas coa accesibilidade, a redución de custos, a retroalimentación inmediata e a posibilidade de axustar de forma dinámica os niveis de dificultade, fomentando a motivación e a adherencia ao tratamento. Ademais, o ACC a través de videoxogos narrativos favorece a inmersión e a contextualización, favorecendo a transferencia das melloras obtidas cara outras habilidades non adestradas e actividades da vida diaria. Nesta investigación descríbese o proceso de deseño e estudo de eficacia dun videoxogo narrativo para o adestramento cognitivo da memoria e das funcións executivas de persoas maiores en risco de demencia.

Método: O deseño do videoxogo *Tras la huella del tiempo* e a análise da súa eficacia leváronse a cabo en tres estudos. No Estudo 1 formouse un grupo focal con 13 persoas maiores para analizar as súas preferencias (estéticas, argumentais e de deseño) do videoxogo. O debate grupal complementouse cun cuestionario sobre o uso de Tecnoloxías da Información e a Comunicación incluíndo os videoxogos, xunto cun cuestionario específico sobre as súas preferencias respecto a distintos aspectos do deseño e trama do videoxogo (escenarios, fondo, argumento). No Estudo 2, e unha vez deseñado o videoxogo en base a estes resultados, avalíase a interacción de usuario/a co videoxogo nunha mostra de 19 persoas maiores. Avaliáronse aspectos como a adecuación do dispositivo, a usabilidade, a intención de uso ou as emocións experimentadas durante a súa utilización. Finalmente, no Estudo 3 levouse a cabo un ensaio controlado aleatorizado de cego único con 53 participantes diagnosticados/as con Declive Cognitivo Subxectivo ou Deterioro Cognitivo Lixeiro para analizar a súa eficacia. As persoas participantes dividíronse en dous grupos experimentais sometidos a dúas modalidades de intervención (i.e., adestramento a través do videoxogo deseñado ou adestramento a través de NeuronUP) e un grupo de control activo que acudiu a sesións formativas sobre o uso de ferramentas tecnolóxicas. Cada un dos dous grupos experimentais, dividiuse, á súa vez, en dous subgrupos en función de si recibían estimulación transcranial por corrente alterna (tACS) ou Sham (i.e., unha condición simulada) para avaliar a eficacia desta técnica combinada cos ACC considerados. Avalíase o efecto sobre a memoria e as funcións executivas, así como na funcionalidade, o deterioro comportamental, a calidade de vida e as expectativas de eficacia, mediante medidas previas e posteriores á intervención.

Resultados: O estudo sobre preferencias estéticas e argumentais mostrou opinións favorables cara propostas de ACC que combinen diversión e adestramento cognitivo, e manifestaron preferencias cara formatos con cores luminosas, formas ben definidas, escenarios e avatares realistas e un argumento próximo á súa vida cotiá. O estudo de interacción evidenciou que o videoxogo *Tras la huella del tiempo* provocaba unha valoración moi positiva en termos de adecuación do dispositivo, usabilidade, intención de uso e aspectos estéticos. Ademais, os/as participantes experimentaron emocións positivas durante o xogo. En canto ao estudo preliminar da eficacia das intervencións con ACC, os resultados suxiren que tanto con NeuronUP como co videoxogo *Tras la huella del tiempo* obtéñense unha maior proporción de melloras e menor proporción de empeoramentos que os observados no grupo de control activo, con efectos en dominios específicos, pero con escasos niveis de transferencia próxima. Estes efectos específicos de mellora ou empeoramento poderían obedecer á combinación de intervención ACC e condición da estimulación ou placebo con tACS.

Conclusións: O codiseño de *Tras la huella del tiempo* permitiu ter en conta as opinións e as preferencias das persoas maiores sendo amplamente aceptado polas persoas participantes,

xerando un alto grao de satisfacción e experiencia positiva de xogo, clave para favorecer a motivación e a adherencia á intervención. Os datos preliminares sobre eficacia poñen de manifesto a capacidade das dúas modalidades de ACC empregadas para reducir a proporción de empeoramentos e aumentar a de melloras na cognición e expectativas de eficacia en persoas maiores en risco de demencia.

Palabras chave: Adestramento Cognitivo Computarizado (ACC), videoxogo narrativo, Declive Cognitivo Subxectivo (DCS), Deterioro Cognitivo Lixeiro (DCL), estimulación transcraneal por corrente alterna (tACS).

Abstract

Introduction: Cognitive training through video games is a novel type of Computerized Cognitive Training (CCT) that could help maintain or improve the cognitive state of older adults. Some advantages of CCT over traditional cognitive training are related to accessibility, cost reduction, immediate feedback, and the possibility of dynamic adjusting difficulty levels, thereby fostering motivation and adherence to treatment. In addition, CCT through narrative video games promotes immersion and contextualization, facilitating the transfer of improvements achieved to other untrained skills and activities of daily living. The present research describes the design process and efficacy study of a narrative video game for the cognitive training of memory and executive functions in older adults at risk of dementia.

Method: The design of the video game *Tras la huella del tiempo* and the analysis of its efficacy were carried out across three studies. In Study 1, a focus group was formed with 13 older adults to analyse their preferences (aesthetic, narrative, and design) for the video game. The group discussion was supplemented by a questionnaire on the use of Information and Communication Technologies, including video games, along with a specific questionnaire regarding their preferences for various aspects of the game's design and plot (settings, background, and storyline). Once the video game had been designed based on these results, user interaction was evaluated in a sample of 19 older adults in Study 2. Aspects such as device adequacy, usability, intention to use, and the emotions experienced during its use were evaluated. Finally, Study 3 consisted of a single-blind randomized controlled trial involving 53 participants diagnosed with Subjective Cognitive Decline or Mild Cognitive Impairment to evaluate the game's efficacy. Participants were divided into two experimental groups undergoing two intervention modalities (i.e., training via the designed video game or training via NeuronUP) and an active control group that attended workshops on the use of technological tools. Each of the two experimental groups was, in turn, divided into two subgroups based on whether they received transcranial Alternating Current Stimulation (tACS) or a sham condition (i.e., a simulated condition) to evaluate the efficacy of this technique combined with the CCTs under consideration. The effect on memory and executive functions was evaluated, as well as functionality, behavioural impairment, quality of life, and efficacy expectations, using pre- and post-intervention measures.

Results: The study on aesthetic and narrative preferences showed favorable opinions toward CCT proposals that combine entertainment with cognitive training. Participants expressed aesthetic preferences for formats featuring bright colours, well-defined shapes, realistic scenarios and avatars, and a storyline closely related to their daily lives. The interaction study showed that the video game *Tras la huella del tiempo* elicited a very positive assessment in terms of device suitability, usability, intention to use, and aesthetics. In addition, participants experienced positive emotions during gameplay. Regarding the preliminary study on the efficacy of CCT interventions, the results suggest that both NeuronUP and the video game *Tras la huella del tiempo* result in a higher proportion of improvements and a lower proportion of deterioration than those observed in the active control group, with effects on specific domains but with limited levels of near transfer. These specific effects of improvement or deterioration may be attributable to the combination of the CCT intervention and the stimulation or placebo condition involving tACS.

Conclusions: The co-design of *Tras la huella del tiempo* made it possible to take into account the opinions and preferences of older adults and was widely accepted by the participants, resulting in a high level of satisfaction and a positive gameplay experience. These factors are key to fostering motivation and adherence to the intervention. Preliminary efficacy data highlight the capacity of the two CCT modalities used to reduce the proportion of deteriorations and to

increase the proportion of improvements in cognition and efficacy expectations among older adults at risk of dementia.

Keywords: Computerized Cognitive Training (CCT), narrative video game, Subjective Cognitive Decline (SCD), Mild Cognitive Impairment (MCI), transcranial alternating current stimulation (tACS).

Lista de Figuras

Figura 1. Representación del continuo del deterioro cognitivo hacia la demencia.....	4
Figura 2. Alternativas de preferencias estéticas para fondos del videojuego	32
Figura 3. Alternativas de preferencias estéticas para avatares del videojuego	33
Figura 4. Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en el memoria prospectiva y retrospectiva autoinformada (PRMQ)	58
Figura 5. Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en rendimiento en memoria prospectiva (MPMT).....	58
Figura 6. Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en rendimiento en memoria verbal inmediata (SCIP-S_AVI)	59
Figura 7. Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en rendimiento en memoria verbal diferida (SCIP-S_AVD).....	60
Figura 8. Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en rendimiento mnémico general (T@M).....	60
Figura 9. Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en expectativas de eficacia (EAS).....	61
Figura 10. Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en calidad de vida (CASP-19)	62
Figura 11. Porcentajes de mejora y empeoramiento en los grupos considerados.....	63

Lista de Tablas

Tabla 1. Características sociodemográficas de los/as participantes del estudio sobre eficacia	36
Tabla 2. Preferencias estéticas por fondos para el videojuego	48
Tabla 3. Preferencias estéticas por avatares para el videojuego.....	49
Tabla 4. Valoración general de la propuesta de videojuego <i>Tras la huella del tiempo</i>	50
Tabla 5. Valoración general de la experiencia de juego con <i>Tras la huella del tiempo</i>	51
Tabla 6. Emociones asociadas a la experiencia de juego con <i>Tras la huella del tiempo</i>	53
Tabla 7. Descriptivos sociodemográficos, salud y estado cognitivo para cada grupo de intervención	54
Tabla 8. Diferencias pre- y post-intervención en medidas de memoria y funcionamiento ejecutivo para cada grupo de intervención	56
Tabla 9. Comparación entre los grupos de las diferencias entre frecuencias observadas y esperadas en las categorías ICF (Nunnally) de empeora, se mantiene y mejora.....	65

Lista de Publicaciones Derivadas de la Tesis

Título: A narrative video game for adults with subjective and objective cognitive impairment. Design and preliminary results on user-interaction and efficacy.

Año de publicación: 2023.

Autores/as y filiación: Ana Nieto Vieites¹, Sabela Carme Mallo López¹, Lucía Pérez Blanco¹, Alba Felpete López¹, Cristina Lojo Seoane¹, David Facal Mallo¹, Onésimo Juncos Rabadán¹, Arturo Xosé Pereiro^{1*}

¹ Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Facultad de Psicología, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Galicia.

*Corresponding author: arturoxose.pereiro@usc.es

Nombre de la revista y editorial: Behaviour & Information Technology. Taylor & Francis.

ISSN (impresa): 0144-929X. ISSN (en línea): 1362-3001.

Referencia completa:

Nieto-Vieites, A., Mallo, S. C., Pérez-Blanco, L., Felpete-López, A., Lojo-Seoane, C., Facal, D., Juncos-Rabadán, O., & Pereiro, A. X. (2023). A narrative video game for adults with subjective and objective cognitive impairment. Design and preliminary results on user-interaction and efficacy. *Behaviour & Information Technology*, 43(8), 1518-1530. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2220042>

Índices de calidad de la publicación: Revista indexada en JCR; Q2; Factor de impacto: 2.9 (año 2023); puesto 11 de 32 en la categoría de *Computer Science, Cybernetics*.

Contribución CRediT de la doctoranda: Conceptualización: investigación; metodología (recogida de muestra, gestión de datos, análisis formal); redacción-borrador original; redacción-revisión y edición.

Autorización de la revista: La revista *Behaviour & Information Technology*, donde se ha publicado el artículo derivado de la presente tesis, autoriza la reutilización del artículo en el contexto de una tesis doctoral, sin coste, conforme a las condiciones de uso académico establecidas por el editor Taylor & Francis, titular de los derechos de autor, a través del sistema RightsLink ([Apéndice III](#)). El material suplementario asociado al artículo se publica bajo la licencia Creative Commons Atribución (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Capítulos de la tesis en el cual se reproduce su contenido: 7. Metodología; 8. Resultados.

Lista de Abreviaturas

ACTIVE: Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly
AIVD: Actividades Instrumentales de la Vida Diarias
A-IADL-Q-SV: Amsterdam IADL Questionnaire-Short Version
APA: American Psychological Association
APK: Android Package Kit
APOE: Apolipoproteína E
ATEGAL: Asociación Cultural Galega de Formación Permanente de personas Adultas
AVD: Aprendizaje Verbal Diferido
AVI: Aprendizaje Verbal Inmediato
CANTAB: Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery
CASP-19: Control, Autonomy, Self-realization and Pleasure
CI: Coeficiente de Incertidumbre
CIE-10: Clasificación Internacional de Enfermedades, 10ª edición
CompAS: Compostela Aging Study
COURAGE: Collaborative Research on Ageing in Europe
COVID-19: acrónimo de la expresión inglesa Coronavirus Disease
CRedit: Contributor Roles Taxonomy
CS: Cognitivamente Sanos/as
DCL: Deterioro Cognitivo Ligero
DCL-a: DCL amnésico de un solo dominio
DCL-na: DCL no amnésico de un solo dominio
DCL-ma: DCL amnésico múltiple dominio
DCL-mna: DCL no amnésico múltiple dominio
DCS: Declive Cognitivo Subjetivo
DT: Desviación Típica
DLPFC: Left Dorsolateral Prefrontal Cortex
EA: Enfermedad de Alzheimer
EAS: Escala de Evaluación de las Expectativas (Expectations Assessment Scale)
EC: Entrenamiento Cognitivo
ECC: Entrenamiento Cognitivo Computarizado
EED: Error Estándar de las Diferencias
EEM: Error Estándar de Medida
EMS: Electrical Muscle Stimulation
FEDER: Fondo Europeo de Desarrollo Regional
GE: Grupo Experimental
GEQ: Game Experience Questionnaire
GC: Grupo Control
GDS: Geriatric Depression Scale
IADL: Instrumental Activities of Daily Living
IC: Intervalo de Confianza
ICF: Índice de Cambio Fiable
INE: Instituto Nacional de Estadística
IRT: Item Response Theory
ISSN: International Standard Serial Number
ISTAART: International Society to Advance Alzheimer's Research and Treatment
JCR: Journal Citation Reports

LHAMS: Iowa Healthy and Active Minds Study
 MBI-C: Mild Behavioral Impairment Checklist
 MPMT: Miami Prospective Memory Test
 MTT: Multitasking Test
 NIA-AA: National Institute on Aging and Alzheimer's Association
 OMS: Organización Mundial de la Salud
 PRMQ: Prospective and Retrospective Memory Questionnaire
 RCT: Randomized Controlled Trial
 SCD-I: Subjective Cognitive Decline Initiative
 SCIP-S: Screening for Cognitive Impairment in Psychiatry
 SHARE: Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe
 SPSS: Statistical Package for the Social Sciences
 SST: Stop Signal Task
 tES: estimulación eléctrica transcraneal (transcranial electrical stimulation)
 tDCS: estimulación transcraneal por corriente directa (transcranial direct current stimulation)
 tACS: estimulación transcraneal por corriente alterna (transcranial alternating current stimulation)
 T@M: Test de Alteración de la Memoria (Memory Alteration Test)
 TAM: Technology Acceptance Model
 TR: Tiempo de Reacción
 TIC: Tecnologías de la Información y de la Comunicación
 UK: United Kingdom
 USB: Universal Serial Bus
 USC: Universidade de Santiago de Compostela
 UTAUT: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

1 INTRODUCCIÓN

El aumento de la longevidad y la mejora de la salud durante el envejecimiento son logros destacados del siglo XX que han traído consigo importantes transformaciones demográficas que presentan desafíos socioeconómicos y políticos significativos, especialmente en lo que respecta a su impacto en los sistemas sociales y sanitarios (de Meijer et al., 2013; Vlandas et al., 2021). En 2020, el 9,3% de la población mundial tenía 65 o más años, lo que supuso un incremento considerable con respecto del 6,9% observado en el 2000 (United Nations, 2020). En 2020 las personas de 65 o más años en España alcanzaron el 19,6% de la población, siendo Asturias (26,4%) y Galicia (25,7%) las comunidades autónomas con mayor proporción de envejecimiento (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2021). En el año 2024, la proporción de población española de más de 65 años se incrementó hasta el 21,1% y se estima que aumentará hasta el 30,5% en 2055 (INE, 2024). Además, el grupo de personas de 80 o más años ha crecido notablemente en nuestro país, pasando del 3,4 % de la población total en el año 2001 al 6% en el 2020, indicando un notable sobreenvjecimiento de la población (INE, 2021). De hecho, las proyecciones del INE pronostican para las próximas décadas un aumento aún significativo de personas centenarias que pasarían de las 19.639 actuales a las 226.932 para el año 2072 (INE, 2024).

El envejecimiento está asociado a un aumento de la probabilidad de desarrollar patologías crónicas, como las enfermedades cardiovasculares, las metabólicas (e.g., la diabetes), las inflamatorias (e.g., la artritis) o las enfermedades neurodegenerativas (e.g., alzhéimer, párkinson) (Guo et al., 2022). Estas condiciones incrementan las necesidades de cuidados sociosanitarios, pueden afectar a la calidad de vida, y limitar la capacidad funcional de las personas mayores (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2015). El incremento de la necesidad de cuidados, tanto formales como informales, puede presionar a los sistemas de salud y bienestar. En España, la tasa de dependencia de las personas mayores de 64 años en 2022 fue del 31,2%, y se estima que alcance el 53,7% en 2050 (INE, 2022), lo que implica un desafío a la hora de garantizar la sostenibilidad de los sistemas de salud y protección social.

Entre las condiciones relacionadas con el aumento de la edad y de la dependencia, las demencias en general y la Enfermedad de Alzheimer (EA), en particular, representan un interés especial por su alta prevalencia y las necesidades de cuidado que generan. Las demencias no solo limitan la autonomía personal, sino que también generan una carga emocional, física y económica considerable para las familias y los sistemas de salud (OMS, 2021). La detección temprana de las demencias es fundamental para intervenir de modo temprano y optimizar las posibilidades de retrasar la progresión de las enfermedades que las provocan hacia la discapacidad, así como mejorar la calidad de vida de las personas afectadas y sus familias, y disminuir los costos asociados a la atención sociosanitaria (Imtiaz et al., 2014; OMS, 2021).

La investigación llevada a cabo en las últimas décadas ha permitido proponer nuevas categorías diagnósticas útiles en la detección temprana de sus síntomas y que se corresponden con etapas presintomáticas (Declive Cognitivo Subjetivo [DCS]) y prodrómicas (Deterioro Cognitivo Ligero [DCL]) de estas enfermedades. Estas categorías permiten identificar mejor a personas mayores en riesgo de desarrollar demencia, y plantear estrategias preventivas más efectivas (Imtiaz et al., 2014; Jessen et al., 2014). En este sentido, en los últimos años la investigación se ha centrado en intervenciones farmacológicas y no farmacológicas en etapas prodrómicas y

presintomáticas de la demencia, mostrando evidencias de mayor eficacia principalmente para las intervenciones no farmacológicas (Sheng et al., 2020).

Esta tesis doctoral tiene como propósito diseñar y analizar, de modo preliminar, la eficacia de un videojuego narrativo destinado al entrenamiento cognitivo de la memoria y de las funciones ejecutivas en personas mayores con DCS y DCL. En los siguientes capítulos se desarrolla el marco teórico del trabajo, abordando los cambios cognitivos asociados a la edad, especialmente en memoria y en las funciones ejecutivas, y la caracterización de las etapas dentro del continuo del envejecimiento cognitivo hacia la demencia. Además, se revisa la evidencia científica disponible sobre la eficacia del entrenamiento cognitivo aplicado a personas mayores, y prestando especial atención a las propuestas de entrenamiento cognitivo computarizado, tanto tradicional como en formato videojuego. En los siguientes capítulos se presentan los objetivos generales y específicos de la tesis y se describen las especificaciones metodológicas en cuanto a participantes y diseño empleados en cada uno de los tres estudios que la integran. Finalmente se presentan los resultados obtenidos y se discuten contrastándolos con la literatura existente, destacando aquellos más relevantes y las implicaciones que tienen en relación con la intervención con personas mayores.

2 CARACTERIZACIÓN COGNITIVA A LO LARGO DEL CONTINUO DE ENVEJECIMIENTO

El proceso de envejecimiento se caracteriza por cambios progresivos en el área física (e.g., composición corporal, fuerza muscular, percepción sensorial), psicológica (e.g., adaptación emocional, cambios en la cognición), social (e.g., jubilación, nuevas tecnologías) y funcional (e.g., realización de actividades diarias). Estos cambios no solo se refieren a pérdidas (e.g., enlentecimiento cognitivo, deterioro sensorial) sino también a ganancias (e.g., mayor conocimiento experiencial, mejor regulación emocional) (Baltes y Baltes, 1990). En el ámbito cognitivo se experimentan pérdidas frecuentes, pero incluso en etapas avanzadas del ciclo vital, muchas personas pueden experimentar beneficios relacionados con el aprendizaje y la experiencia acumulada durante toda su vida (Murman, 2015).

A medida que la edad aumenta, un número creciente de personas mayores experimenta un deterioro cognitivo progresivo asociado a demencias con base neurodegenerativa, como la EA (Petersen, 2016; Prince et al., 2013). En Europa, el estudio SHARE (Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe) establece que la probabilidad de tener demencia entre personas de 65 años o más varía desde alrededor del 5% en Suiza, Suecia, Dinamarca y Alemania hasta más del 20% en España y Portugal, siendo el promedio de los 28 países del 11% (Börsch-Supan et al., 2025). Estas estadísticas reflejan la importancia epidemiológica de las demencias en las sociedades envejecidas como las europeas, y justifican la importancia de implantar estrategias preventivas y de intervención temprana.

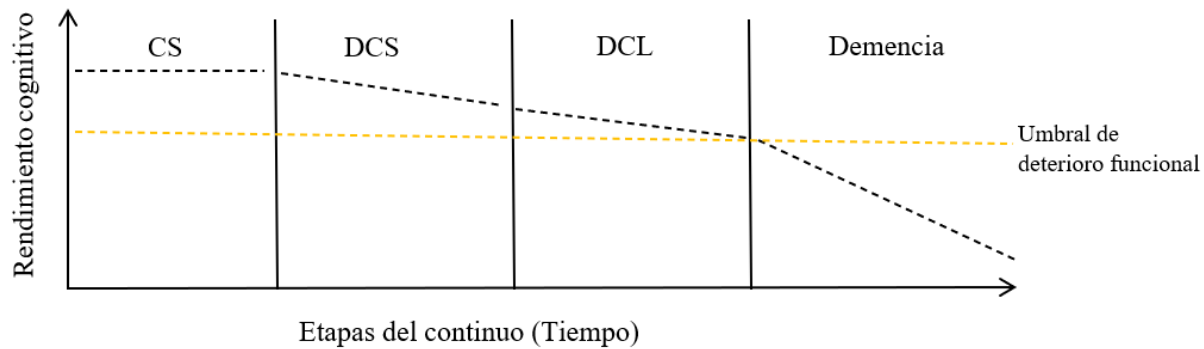
En los últimos años, el avance en la investigación sobre los marcadores tempranos de las demencias ha permitido proponer una representación de los cambios cognitivos asociados al envejecimiento cognitivo en etapas a lo largo de un continuo cuyos extremos están establecidos por el envejecimiento normativo y la demencia (Albert et al., 2011; Jack et al., 2018; Petersen et al., 2018). En el envejecimiento normativo, los cambios en el rendimiento cognitivo afectan sobre todo a las habilidades fluidas y están dentro de los valores normativos propios del grupo sociodemográfico de referencia (e.g., edad, educación, sexo) de las personas libres de enfermedad que afecte a la cognición. En el extremo opuesto, la demencia se caracteriza por una desviación considerable (≥ 2 desviaciones típicas) de los valores esperados para el grupo sociodemográfico de referencia (e.g., edad, educación, sexo) obtenidos por medio de pruebas estandarizadas, así como una merma significativa en las actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD) (American Psychological Association [APA], 2013; McKhann et al., 2011). Entre estos dos extremos del continuo del envejecimiento cognitivo asociado a la edad, se ubican las etapas presintomáticas (DCS) y prodrómica (DCL) (Petersen, 2004), y las capacidades cognitivas y funcionales se pueden representar a través de una trayectoria que describe su evolución a través del tiempo (Figura 1).

El DCS representa la primera etapa de riesgo dentro de este continuo, asociada a un posible deterioro cognitivo. En esta etapa presintomática, las personas mayores expresan quejas de modo persistente e inexplicable que se corresponden con la percepción de un empeoramiento cognitivo, pero que no puede ser corroborado mediante pruebas estandarizadas (Jessen et al., 2014). La siguiente etapa antecede a las fases iniciales de la demencia y se concreta en el denominado DCL, en la que ya son evidentes ligeras alteraciones cognitivas objetivables mediante pruebas estandarizadas (i.e., rendimiento 1-2 desviaciones típicas por debajo de lo esperado para su grupo de referencia) y en ausencia de deterioros significativos de la funcionalidad en AIVD (Albert et al., 2011; Petersen, 2004), y que equivale al denominado Trastorno

Neurocognitivo Leve incluido en la 5ª edición del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (APA, 2013).

Figura 1

Representación del continuo del deterioro cognitivo hacia la demencia



Nota. CS = cognitivamente sanos/as; DCS = declive cognitivo subjetivo; DCL = deterioro cognitivo ligero. Adaptado de Jessen et al. (2014).

2.1 DECLIVE COGNITIVO SUBJETIVO (DCS)

Las enfermedades neurodegenerativas como la EA están vinculadas a procesos patológicos subyacentes que pueden comenzar décadas antes de la aparición de los síntomas cognitivos o conductuales evidentes (Jack et al., 2018, 2024). En general, las personas mayores son conscientes de los cambios cognitivos asociados al envejecimiento y suelen reconocerlos espontáneamente o cuando se les pregunta (Akter et al., 2025; van Harten et al., 2018). En algunos casos, las quejas cognitivas pueden ser reflejo de cambios que van más allá de lo esperado para un envejecimiento normativo y ser indicativas de un mayor riesgo de progresión hacia una demencia. En este sentido, en 2014, el grupo de trabajo de la ISTAART (International Society to Advance Alzheimer's Research and Treatment) denominado "Iniciativa sobre el Declive Cognitivo Subjetivo" (Subjective Cognitive Decline Initiative [SCD-I], Jessen et al., 2014) estableció dos criterios principales a la hora de identificar a estas personas ubicadas en la etapa de DCS: a) quejas persistentes sobre el rendimiento cognitivo: estas deben reflejar un deterioro autopercebido (sin necesidad de corroboración externa) en comparación con el estado cognitivo anterior, sin que haya una causa conocida que lo explique; y b) rendimiento normal en pruebas estandarizadas (i.e., resultados dentro de los valores normales para su grupo normativo de referencia).

Los criterios de DCS se han mostrado útiles para la identificación de personas en riesgo de desarrollar demencia. Sin embargo, la aplicación de los criterios de DCS presenta algunas limitaciones, como la ausencia de un acuerdo de la comunidad científica sobre los instrumentos más adecuados para medir las quejas cognitivas (Jessen et al., 2020; Molinuevo et al., 2016; Rabin et al., 2015). En esta línea, la evaluación de las quejas cognitivas se ha abordado desde diversos enfoques, que van desde preguntas individuales hasta cuestionarios estandarizados que miden tanto la intensidad como la frecuencia de las quejas. Por ejemplo, Pereiro y cols. (2021) utilizaron la versión corta y española del Cuestionario de Autoevaluación de Memoria (Benedet y Seisdedos, 1996) para comparar la capacidad de diferentes variables sociodemográficas, cognitivas, psicológicas y conductuales, y de salud con el objetivo de predecir la progresión de las

personas con DCS a DCL o la demencia después de 54-72 meses. Para ello identificaron varios grupos con DCS de acuerdo con un criterio psicométrico restrictivo (percentil 95) o laxo (percentil 5). Los resultados indicaron que el percentil 5 ofrecía una mayor validez predictiva, permitiendo identificar con mayor precisión a las personas participantes con DCS que tenían riesgo de progresión hacia DCL o demencia. La clasificación de las quejas cognitivas según su intensidad permite distinguir entre aquellas que son normativas (i.e., de muy baja intensidad) con respecto de las bajas, moderadas o altas, indicativas de un mayor riesgo.

Las personas con DCS presentan, con frecuencia, más quejas relacionadas con la memoria (Díaz-Galván et al., 2021; Singh-Manoux, 2014; Slavin et al., 2010), lo que destaca la importancia de este proceso como un dominio cognitivo especialmente sensible a los cambios que se perciben en las etapas iniciales del deterioro cognitivo. Algunos estudios han evidenciado que las personas con quejas cognitivas subjetivas más acentuadas tienen un mayor riesgo de experimentar disminuciones objetivas en el rendimiento de la memoria verbal con el tiempo (Hohman et al., 2011; Martínez et al., 2021). Esto sugiere que el DCS puede estar vinculado a alteraciones sutiles que, aunque no sean detectadas con pruebas estandarizadas, representan un factor de riesgo significativo para la progresión hacia estados más avanzados de deterioro cognitivo.

Desde el punto de vista neuropatológico, las personas con DCS muestran cambios neuroestructurales sutiles en regiones cerebrales vinculadas con la EA y relacionadas con la memoria semántica, el lenguaje, las funciones ejecutivas o la atención (específicamente en el lóbulo temporal medial, la corteza temporal lateral, los lóbulos frontal y parietal, la corteza cingulada anterior y media y una reducción del espesor cortical [medido con un índice de biomarcadores de neuroimagen de la EA]) comparado con personas sin deterioro cognitivo (Rivas-Fernández et al., 2023). No obstante, aún no se dispone de marcadores que permitan diferenciar el DCS de otras categorías diagnósticas (Zurrón et al., 2025).

2.1.1 Prevalencia del DCS

Las variaciones en la definición, los criterios y los métodos de evaluación de las quejas cognitivas introducen, junto con la diversidad en las características de las muestras analizadas, una elevada heterogeneidad en los estudios sobre el DCS que también afecta al cálculo de su epidemiología.

Un estudio metaanalítico reciente que incluyó 17 estudios documentó que la prevalencia de DCS en personas mayores chinas fue del 46,4% (siendo de 50,8% en los hombres y 58,9% en las mujeres) (Xue et al., 2023). Por su parte, Röhr y cols. (2020), en su estudio de revisión multicohorte de 16 países y 39.387 personas, informaron de rangos amplios de prevalencia, que van del 7,8% al 52,7% en población comunitaria. Si bien este rango se estrecha considerablemente (23,8-25,6%) al excluir a personas con depresión mayor y trastornos de ansiedad.

Una revisión previa, enfocada exclusivamente a quejas subjetivas de memoria (Jonker et al., 2000), informó de un rango de prevalencia del 22,1-56,0% en estudios comunitarios. Diversos/as investigadores/as (Bassett y Folstein, 1993; Blazer et al., 1997; Gagnon et al., 1994; Jonker et al., 1996) apuntan que esta elevada variabilidad entre estudios podría deberse a factores como: a) la edad de las personas participantes (mayor edad, mayor prevalencia de quejas subjetivas de memoria); b) la inclusión o exclusión de personas con depresión, ansiedad o deterioro cognitivo (estas condiciones aumentaban las tasas de quejas declaradas); o c) el método utilizado para medir las quejas cognitivas (las prevalencias eran mayores cuando las quejas se valoraban con una pregunta única con respecto a cuando se evaluaban a través de cuestionarios).

Existen otros factores que habitualmente se asocian a quejas cognitivas (e.g., aspectos sociodemográficos, cultura, personalidad neurótica, ansiedad) y que podrían también estar

asociados a las dificultades para identificar las quejas como un factor de riesgo de demencia y estimar su prevalencia (Pawlaczyk et al., 2021; Smit et al., 2024). Así, las quejas de memoria han mostrado una correlación más fuerte con factores psicológicos, como la ansiedad y la depresión, que con un deterioro cognitivo que pueda ser medido mediante pruebas psicométricas (Crook et al., 1992; Reisberg et al., 2010). Sin embargo, la ansiedad y, especialmente la depresión, son también factores de riesgo conocidos para la demencia (Byers y Yaffe, 2011). En este contexto, Desai y cols. (2021) encontraron en su revisión que la ansiedad, más que la depresión, estaba asociada con un mayor riesgo de progresión en personas con DCS. Respecto a los factores sociodemográficos y culturales, Röhr y cols. (2020) señalaron en su estudio que los hombres y las personas de origen asiático o africano, o los países con ingresos bajos y medios, tienen una mayor prevalencia de DCS en comparación con las personas europeas o los países de ingresos elevados.

2.1.2 Progresión de DCS a deterioro cognitivo objetivo y demencia

Estudios longitudinales han demostrado que el DCS está relacionado con un riesgo significativamente mayor de progresión a DCL y a diversas formas de demencia. Así, un primer estudio metaanalítico centrado en el análisis del riesgo asociado a la presencia de quejas de memoria (Mitchell et al., 2014) estimó el doble de riesgo en estas personas y una ratio de conversión anual de algo más del 2%, llegando a multiplicarse por 10 en el plazo de 4 años. Evidencia metaanalítica adicional obtenida a partir de estudios prospectivos (Pike et al., 2021; Wang et al., 2021) confirmó que las personas con DCS tienen el doble de riesgo de desarrollar deterioro cognitivo y demencia en comparación con aquellas que no presentan DCS.

En nuestro contexto, los resultados del nuestro estudio Compostela Aging Study (CompAS) con personas mayores de 50 años señalan que el 16,66% de las personas con DCS (i.e., con quejas de memoria por encima del percentil 5) desarrollaron deterioro cognitivo objetivo (el 6,86% convirtieron a demencia) 54-72 meses después de su identificación en línea base (Pereiro et al., 2021).

Además, investigaciones prospectivas han demostrado que el DCS puede manifestarse aproximadamente 10 años antes del diagnóstico clínico de demencia (Amieva et al., 2008; Verlinden et al., 2015) y presenta mayores probabilidades de presentar biomarcadores de EA, como neurodegeneración detectada a través de neuroimagen (Meiberth et al., 2015; Perrotin et al., 2016) y carga amiloide (Perrotin et al., 2012; Snitz et al., 2015).

Varios factores sociodemográficos y cognitivos adicionales parecen estar asociados al aumento de la probabilidad de progresión en el DCS. Así, el riesgo es más alto en personas en las que aparecen quejas con mayor edad y en personas con nivel educativo más bajo o redes de apoyo precarias (An et al., 2023; Hao et al., 2017; Röhr et al., 2020). Además, Jester y cols. (2022) encontraron que las personas con DCS con peores niveles de rendimiento en memoria verbal, funciones ejecutivas y lenguaje, presentaban una mayor probabilidad de avanzar a DCL. Nuestro grupo, también encontró que los/as participantes más jóvenes con DCS y niveles de rendimiento en memoria de trabajo y lenguaje ligeramente por debajo de lo esperado para su edad y nivel educativo, presentaban un riesgo mayor de desarrollar demencia que las personas con DCS con un rendimiento cognitivo por encima del normativo (Picón et al., 2019). Otros factores que pueden incrementar el riesgo de progresión o conversión de las personas con DCS son la baja participación en actividades intelectuales (Bessi et al., 2018), el consumo de alcohol (Hao et al., 2017) o portar el alelo $\epsilon 4$ de gen APOE (Slot et al., 2018).

Es importante señalar que, tal y como se señala en diversas revisiones conceptuales (Jessen et al., 2020; Jonker et al., 2000) y sistemáticas (Munro et al., 2023), muchas personas con DCS

logran mantener la estabilidad o incluso revertir los síntomas, especialmente cuando están asociados a factores como la ansiedad, la depresión o la fatiga.

2.2 DETERIORO COGNITIVO LIGERO (DCL)

Las personas con DCL se caracterizan por presentar un deterioro cognitivo objetivo medido a través de pruebas estandarizadas, junto con quejas cognitivas, pero con una funcionalidad que se mantiene preservada o ligeramente afectada, de manera que la autonomía de la persona no se ve comprometida (Petersen, 2004).

El Grupo Internacional de Trabajo en DCL (Winblad et al., 2004) actualizó los criterios propuestos por Petersen y cols. (1999) para esta etapa que se sitúa en un punto intermedio entre el DCS y la demencia dentro del continuo cognitivo estableciendo los siguientes criterios: a) exclusión de normalidad y demencia (i.e., la persona no es cognitivamente sana ni cumple los criterios de demencia según el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, 4ª edición (APA, 1994) o la Clasificación Internacional de Enfermedades, 10ª edición (CIE-10; OMS, 1992); b) evidencia de deterioro cognitivo progresivo declarado por el/la propio/a paciente o por una persona informante externa, o demostrado en evaluaciones objetivas realizadas en diferentes momentos, que indique un deterioro progresivo en comparación con el nivel basal; y c) las actividades de la vida diaria se mantienen intactas, o hay un deterioro mínimo en las actividades instrumentales complejas. Además, se identificaron cuatro subtipos de DCL según los dominios afectados (Petersen, 2004; Winblad et al., 2004): a) DCL amnésico de un solo dominio (DCL-a), con deterioro limitado en memoria; b) DCL no amnésico de un solo dominio (DCL-na), con deterioro en un dominio no relacionado con la memoria; c) DCL amnésico de múltiple dominio (DCL-ma), con afectación de la memoria junto con otros dominios cognitivos; y d) DCL no amnésico de múltiple dominio (DCL-mna), con afectación de múltiples dominios, excluyendo la memoria.

Posteriormente, el Instituto Nacional de Envejecimiento de los Estados Unidos y la Asociación de Alzheimer (National Institute on Aging and Alzheimer's Association [NIA-AA]) afinaron estos criterios (Albert et al., 2011). Especifican que debe haber evidencia de un declive cognitivo mayor al esperado (con puntuaciones en las pruebas cognitivas a partir de 1 a 1,5 desviaciones típicas por debajo de los esperado para su grupo de edad y nivel educativo) en uno o más de los siguientes dominios cognitivos: a) atención; b) función ejecutiva; c) aprendizaje; d) memoria; e) lenguaje; f) funciones visoperceptivas y visoconstructivas; y g) cognición social. Mencionan también que pueden aparecer alteraciones sutiles en el funcionamiento diario, aunque no requieran de asistencia o supervisión externa, permitiendo a la persona llevar una vida social y laboral independiente. Se mantiene la necesidad de no cumplir con los criterios diagnósticos de demencia (Jack et al., 2024) y añaden el uso de biomarcadores (e.g., pruebas de neuroimagen, análisis de líquido cefalorraquídeo) para completar los criterios diagnósticos en entornos de investigación clínica.

Desde el punto de vista neuropatológico, las personas mayores con DCL presentan características que se sitúan entre la normalidad cognitiva y la demencia. Se ha observado un aumento en las placas amiloides y los ovillos neurofibrilares en áreas del cerebro relacionadas con la memoria episódica (e.g., el córtex olfativo, el subículo y la circunvolución parahipocampal de los lóbulos temporales medios) (Markesbery, 2010). Además, sobre todo en personas con DCL-ma, se observan concentraciones más elevadas de proteínas tau alteradas, y reducciones en el volumen hipocampal y grosor cortical (Rivas-Fernández et al., 2020; 2022), características ya descritas para la EA (Sabbagh et al., 2010).

2.2.1 Prevalencia del DCL

Los datos de prevalencia del DCL son también muy variables y parecen estar relacionados con diferencias en la naturaleza de la muestra (e.g., clínicas, poblacionales o comunitarias) y sus características sociodemográficas, la conceptualización del trastorno, los criterios diagnósticos utilizados o las herramientas neuropsicológicas y valores aplicados (Petersen et al., 2018). En Europa, dependiendo de los criterios diagnósticos empleados, con estimaciones que varían entre el 4,9% y el 15,6% (Alexander et al., 2015). La edad es uno de los factores más influyentes en la prevalencia del DCL, con un incremento progresivo desde aproximadamente el 6,7% en personas de 60 a 64 años, hasta el 25,2% en personas de 80 a 84 años (Petersen et al., 2018). También se ha observado influencia del nivel educativo, con mayor prevalencia en personas con menos de seis años de educación (19,75%), frente a aquellos/as con mayor nivel educativo (11,33%) (Bai et al., 2022).

En España, dentro del proyecto COURAGE (Collaborative Research on Ageing in Europe; Lara et al., 2016), se estimó una prevalencia general del 9,6%, aumentando al 12% en personas mayores de 65 años y al 11,5% en mujeres. Además, encontraron vínculos entre el DCL y factores como la depresión (especialmente en personas menores de 65 años), una menor actividad física y problemas de sueño (en mayores de 65 años), y la diabetes (en toda la muestra). Por otro lado, Alonso y cols. (2016), en un estudio transversal realizado en cinco comunidades autónomas (Castilla y León, Extremadura, Comunidad Valenciana, Ceuta y Melilla) evaluaron a 4.624 personas mayores de 65 años. La prevalencia ajustada de DCL (considerando variables demográficas y sociales como edad, sexo, nivel educativo y estado civil) fue del 18,5%, alcanzando el 45,3% en personas mayores de 85 años. Evidenciaron mayor prevalencia en mujeres y diferencias regionales significativas. En Galicia, nuestro grupo encuentra que, en población que acudía a centros de atención primaria, la prevalencia del DCL era del 31,4%, y se encontró una asociación significativa entre el DCL y factores sociodemográficos como la edad avanzada o un menor nivel educativo (Juncos-Rabadán et al., 2014).

Las estimaciones metaanalíticas informan de tasas de prevalencia que oscilan entre el 17% y el 26%, con valores más elevados en poblaciones comunitarias (25%) en comparación con muestras clínicas (20%) (Hu et al., 2017). En consonancia con estos resultados, Song y cols. (2023) encuentran una prevalencia global del 19,7%, con valores más elevados en poblaciones hospitalarias (34%) en comparación con residencias geriátricas (22,6%) y con muestras comunitarias (17,9%).

2.2.2 Progresión de DCL a demencia

Los resultados de estudios longitudinales muestran que las personas con DCL presentan un mayor riesgo de progresar a EA u otras demencias en comparación con aquellas personas sin deterioro cognitivo (Petersen et al., 2001). Sin embargo, la evolución del DCL puede variar en virtud del tipo de población estudiada y los criterios diagnósticos utilizados (Gauthier et al., 2006; Petersen et al., 2004; Winblad et al., 2004) o de otros factores como las condiciones generales de salud (Hu et al., 2017). Se ha observado que entre un 35-44% de personas con DCL desarrollan demencia, con una progresión más frecuente hacia la EA, especialmente en DCL-a, cuya tasa de conversión alcanza el 48,7%, en comparación con el 26,8% en el DCL-na (Fischer et al., 2007). Aunque todos los subtipos de DCL pueden evolucionar a EA (Petersen, 2001), los tipos amnésicos (tanto unidominio como multidominio) presentan un mayor riesgo de conversión (Dubois y Albert, 2004; Dubois et al., 2007; Petersen, 2004; Petersen y Moris, 2005). En contraste, las personas con DCL-na tienen más riesgo de progresión hacia la demencia frontotemporal, mientras que las personas con DCL-mna suelen evolucionar hacia demencia

por cuerpos de Lewy o demencia vascular (De Keersmaecker et al., 2024; Ferman et al., 2013; Sanford, 2017).

La evidencia metaanalítica y longitudinal informa que entre un 32% y un 49,8% de las personas con DCL se mantiene estable a lo largo del tiempo (McDowell et al., 2025; Salemm et al., 2025). Algunos casos incluso revierten, siendo reclasificados como cognitivamente normales, sobre todo si las quejas están relacionadas con factores psicológicos o son transitorias (Ávila-Villanueva y Ávila, 2024; Facal et al., 2014; Loewenstein et al., 2009).

Hu y cols. (2017) respaldan metaanalíticamente esta afirmación indicando que buena parte de las personas afectadas mantiene su estado a lo largo del tiempo (entre 34-54% en muestras clínicas y entre 42-77% en muestras comunitarias), mientras que otros/as experimentan una reversión a un estado cognitivo normal (entre el 6-14% en muestras clínicas, y entre el 15-37% muestras comunitarias). Estos/as autores/as también señalan que la progresión a demencia es más frecuente en muestras clínicas (39%), con un 35% de conversión específica a EA.

Los resultados de nuestro estudio CompAS con personas mayores de 50 años señalan que casi el 70% de las personas con DCL progresaron del subtipo unidominio al multidominio (60,78%) o convirtieron a demencia (7,84%) tras 54-72 meses de seguimiento y sólo un 14,28% experimentaron una reversión a etapas previas al DCL en este período (Pereiro et al., 2021).

3 MEMORIA Y FUNCIONES EJECUTIVAS EN EL CONTINUO DEL DETERIORO COGNITIVO ASOCIADO A LA EDAD

Las habilidades cognitivas fluidas y cristalizadas constituyen dos dimensiones fundamentales en el procesamiento cognitivo (Cattell, 1963; Horn y Cattell, 1967). Las habilidades fluidas (también denominadas mecánicas) están relacionadas con la capacidad para pensar y razonar de manera abstracta, resolver problemas novedosos y adaptarse a situaciones cambiantes y poco predecibles (Ferrer, 2009). Estas habilidades dependen de procesos como la velocidad de procesamiento, la atención selectiva, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva (Diamond, 2012). Las principales pérdidas en el área cognitiva están relacionadas con dificultades en el uso de estas habilidades (Baltes y Baltes, 1990; Cattell, 1963), ya que son menos propensas a mejorar con el entrenamiento y la experiencia y más vulnerables al envejecimiento (Mitchell et al., 2023). Sin embargo, las habilidades cristalizadas dependen en gran medida del conocimiento y la experiencia acumulada a lo largo de la vida (i.e., memoria semántica), siendo fundamentales en situaciones o problemas conocidos que no implican variabilidad o novedad. Habilidades cristalizadas como el vocabulario o el conocimiento general son más robustas y con mayor probabilidad pueden experimentar mejoras hasta edades muy tardías (Harada et al., 2013; Verhaeghen, 2003).

A pesar de esta diferenciación entre las habilidades fluidas y cristalizadas, conviene destacar que en la vida real ambos tipos de habilidades están implicadas conjuntamente en la resolución adaptativa de problemas cotidianos, permitiendo sinergias compensatorias que hacen posible sobreponerse a las ligeras dificultades que pueden provocar los cambios cognitivos normativos que sobre todo afectan a las habilidades fluidas o mecánicas (e.g., dificultades de punta de la lengua, acceso al léxico).

Entre las habilidades fluidas más vulnerables al deterioro asociado a la edad se encuentran algunas asociadas con la memoria y las funciones ejecutivas (Harada et al., 2013), aunque se admite cierta variabilidad en cuanto al grado de vulnerabilidad asociado al incremento de la edad en las distintas habilidades de cada dominio cognitivo (Nyberg et al., 2012; Verhaeghen y Salthouse, 1997).

Distintas revisiones destacan a la memoria episódica como una de las habilidades cognitivas y mnémicas más afectadas por la edad (Tromp et al., 2015; Wagnon et al., 2019). Esta se refiere a la capacidad para recordar eventos, experiencias o episodios específicos del pasado, incluyendo información relativa al tiempo, el lugar y a las personas asociadas al mismo (Tulving, 2002). Durante el envejecimiento normativo, el recuerdo libre muestra un declive progresivo, tanto en modalidad verbal como visual, mientras que el reconocimiento tiende a preservarse mejor en ambas modalidades (Nyberg et al., 2012). En el DCS, aunque uno de los criterios de identificación es el de no apreciarse alteraciones cognitivas en pruebas estandarizadas, pueden aparecer algunas dificultades sutiles en la recuperación de detalles contextuales (Old et al., 2008; Spencer y Raz, 1995). En el DCL, especialmente en el subtipo amnésico, los déficits son marcados y afectan sobre todo al recuerdo libre, pudiendo mostrarse ligeramente afectado el reconocimiento (Wolk et al., 2013). En la demencia, ambos tipos de tareas están altamente comprometidas, y las personas muestran importantes dificultades para codificar, consolidar y recuperar información incluso con pistas externas (Grober et al., 2008).

La memoria de contexto es un componente del sistema episódico que permite recuperar información contextual de un episodio o evento específico (e.g., quiénes estuvieron presentes,

o dónde y cuándo ocurrió el evento) (El Haj y Antoine, 2017), y también se ve afectada por el envejecimiento (Spaniol y Grady, 2012; Spencer y Raz, 1995). Distintos metaanálisis señalan que el procesamiento contextual es particularmente vulnerable al envejecimiento y a la neurodegeneración (Old et al., 2008; Spencer y Raz, 1995), produciéndose mayores dificultades para asociar recuerdos con detalles contextuales, como el lugar o las condiciones del evento, tanto en personas cognitivamente sanas como con DCS. Las dificultades en el procesamiento contextual se agravan en el DCL (sobre todo en el DCL-a), y de forma grave en la demencia, donde incluso los detalles contextuales se ven afectados en la memoria autobiográfica (El Haj et al., 2015; Koen y Yonelinas, 2014), y las dificultades afectan sobre todo a la recuperación de la información temporal (i.e., cuándo), más que a la información personal (i.e., quien) o espacial (i.e., donde) (El Haj y Antoine, 2017).

Hablamos de memoria prospectiva cuando la memoria episódica, en lugar de activarse para almacenar o recuperar episodios que ya han ocurrido (i.e., memoria retrospectiva), se activa para almacenar o recuperar algo que ocurrirá en el futuro (e.g., asistir a una reunión al día siguiente o comprar medicamentos al pasar por delante de una farmacia) (Einstein y McDaniel, 1990), y también parece mostrar un deterioro gradual a lo largo del continuo de deterioro cognitivo. Así, en el envejecimiento normativo se observan mayores dificultades, especialmente en las tareas prospectivas basadas en el tiempo (e.g., el viernes tengo que acordarme de ir al banco) (Henry et al., 2004; Laera et al., 2023). En la etapa preclínica o DCS también se ha observado un declive longitudinal en un período de 5-6 años en esta función mnémica que se concreta en mayores dificultades para recordar realizar actividades rutinarias (e.g., tomar una pastilla cada día a la misma hora) (Kamberis et al., 2021). La afectación de la memoria prospectiva también ha sido descrita en personas con DCL en un estudio metaanalítico en el que se encontró un agravamiento de las dificultades para recordar la realización de actividades su vida diaria (e.g., la administración de medicamentos) (Román-Caballero y Mioni, 2025).

La memoria semántica se corresponde con una función que permite acceder al conocimiento general, abstraído y condensado, del mundo incluyendo hechos, conceptos, vocabulario, reglas y significados. A diferencia de la memoria episódica, no incorpora parámetros contextuales temporales, espaciales ni personales, y suele mantenerse estable o incluso mejorar en el envejecimiento saludable debido a la acumulación de conocimientos (Nilsson, 2003; Verhaeghen, 2003). Aunque a nivel general la estructuración del conocimiento se mantiene íntegra en el DCL, ya pueden observarse dificultades leves para recuperar nombres o palabras específicas que parecen asociadas a procesos atencionales y de activación de las presentaciones fonológicas deficitarios (Juncos-Rabadán, 2011; Taler et al., 2020). En la demencia avanzada se hace evidente la desestructuración del conocimiento semántico, apareciendo dificultades para nombrar objetos, en la fluidez verbal o en la coherencia discursiva y del pensamiento (Venneri et al., 2019).

La memoria procedimental se refiere al almacenamiento de habilidades motoras y hábitos adquiridos y automatizados, como montar en bicicleta o tocar un instrumento, siendo la función mnémica más resistente al deterioro y a la edad en el envejecimiento normativo (Nilson, 2003; Verhaeghen, 2003). De Wit y cols. (2020) aportan evidencia metaanalítica que respalda la preservación incluso en etapas iniciales de enfermedades neurodegenerativas como la EA.

La memoria de trabajo (también denominada memoria operativa) hace referencia a un conjunto de funciones mnémicas y atencionales que permiten la actividad cognitiva consciente (Baddeley, 1992), permitiendo el almacenamiento de una cantidad limitada de información (i.e., memoria inmediata) y su manipulación (i.e., permite realizar simultáneamente manipulaciones u operaciones mentales). La memoria operativa experimenta un deterioro progresivo, siendo las tareas complejas que requieren el manejo simultáneo de múltiples elementos las más

afectadas en el envejecimiento saludable (Bopp y Verhaeghen, 2005, 2020). En personas sin deterioro cognitivo, la evidencia metaanalítica destaca que la memoria inmediata se mantiene relativamente preservada en comparación con otras funciones de la memoria de trabajo como las funciones ejecutivas (Bopp y Verhaeghen, 2005). En el DCL, las dificultades son más evidentes en tareas que requieren control atencional y manejo de información (Belleville et al., 2007), mientras que, en relación con la memoria inmediata, solo parecen observarse dificultades sutiles (Weissberger et al., 2017). Las personas con demencia experimentan un deterioro progresivo en memoria inmediata que comprometen el rendimiento incluso en tareas básicas, como recordar instrucciones simples (Baddeley, 2001; Weissberger et al., 2017).

Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades cognitivas complejas que nos permiten planificar, inhibir respuestas no apropiadas, o realizar con éxito múltiples tareas (Kirk, 2024; Lezak et al., 2012). Incluyen procesos interrelacionados que trabajan en conjunto (Diamond et al., 2012): a) inhibición (i.e., la capacidad de suprimir impulsos o ignorar información irrelevante o distractora; b) flexibilidad cognitiva (i.e., la habilidad para cambiar entre diferentes tareas o estrategias, adaptándose a nuevas reglas o demandas; c) planificación y organización (i.e., la capacidad de establecer objetivos, anticipar consecuencias y elaborar planes de acción; y d) toma de decisiones y resolución de problemas (i.e., evaluar opciones y seleccionar la más adecuada para una situación. Al igual que el resto de los procesos cognitivos conscientes, las funciones ejecutivas dependen de la memoria operativa o de trabajo actuando como un "espacio mental" para retener y manipular información seleccionada temporalmente que es relevante para la realización de las operaciones mentales en curso.

Las funciones ejecutivas son fundamentales para adaptarnos a entornos cambiantes, resolver problemas y realizar actividades diarias de manera efectiva (Corbo y Casagrande, 2022; Diamond, 2012; Murman, 2015), por lo que desempeñan un papel esencial en nuestro funcionamiento (Royall et al., 2002) y en lo que respecta al mantenimiento de niveles eficaces de autonomía (Corbo y Casagrande, 2022; Ferguson et al., 2021). Típicamente a partir de los sesenta años (Allain et al., 2004; Salthouse, 2010; Treitz et al., 2007) se observa una disminución de la eficiencia para llevar a cabo tareas novedosas, así como en aquellas en las que necesitamos distinguir entre información o estímulos relevantes e irrelevantes, y en aquellas donde algunas representaciones o respuestas deben inhibirse, mientras que otras se mantienen activadas (Kirk, 2024; Kirova et al., 2015; Murman, 2015).

Específicamente, en el envejecimiento normativo, disminuye la inhibición, y aunque no existe un déficit generalizado, aparecen déficits en tareas que requieren suprimir respuestas dominantes (e.g., go/no-go) (Walker et al., 2022) y se incrementa la vulnerabilidad a distracciones durante tareas (Rey-Mermet y Gade, 2018). En relación con la flexibilidad cognitiva, la capacidad de adaptarse a nuevas demandas tiende a disminuir, afectando a tareas que requieren cambiar de estrategia (Xia et al., 2024). En cuanto a la planificación y organización, en el envejecimiento normativo, aumenta el tiempo necesario para planificar tareas complejas, si bien algunas estrategias compensatorias pueden ayudar a mitigar este impacto (Craik y Bialystok, 2006). Así, aunque las decisiones basadas en experiencias previas suelen mantenerse, las situaciones novedosas que requieren un análisis rápido pueden resultar más desafiantes (Mather, 2006).

Algunos autores/as consideran que las alteraciones en las funciones ejecutivas podrían representar uno de los primeros signos de la demencia (Seo et al., 2016). En el DCS, se ha informado de dificultades sutiles en tareas de inhibición (López-Higes et al., 2025) y problemas leves en flexibilidad cognitiva, especialmente en tareas que requieren cambios de tarea (Jessen et al., 2014; Pupillo et al., 2024) y, aunque las alteraciones en la planificación suelen ser mínimas, pueden presentarse errores ocasionales en actividades que requieren organización (Albert

et al., 2011). La toma de decisiones puede verse ligeramente afectada, especialmente en tareas que requieren evaluar múltiples opciones o manejar la incertidumbre (Jessen et al., 2014). En el DCL, el deterioro de la inhibición es más notable, especialmente en el subtipo amnésico, lo que afecta al control de impulsos y a la regulación del comportamiento (Mcalister et al., 2016; Rabi et al., 2020). En lo que respecta a flexibilidad, las alteraciones son significativas y afectan a actividades cotidianas que requieren adaptabilidad (Guarino et al., 2020; Pupillo et al., 2024). En cuanto a la planificación y organización, los déficits son evidentes, afectando a actividades como la gestión de las finanzas o a la preparación de eventos sociales (Albert et al., 2011; Corbo y Casagrande, 2022). Las dificultades en la resolución de problemas se hacen más evidentes y pueden dificultar ligeramente actividades como la gestión de emergencias y la toma de decisiones financieras (Corbo y Casagrande, 2022; Petersen et al., 2014). En la demencia, los déficits en inhibición son severos, lo que contribuye a comportamientos impulsivos y a dificultades en la regulación de la conducta social (Migliaccio et al., 2020). También en la demencia se evidencian marcados déficits en flexibilidad cognitiva, limitando la capacidad para manejar tareas múltiples y adaptarse a entornos cambiantes (Guarino et al., 2019). En cuanto a la planificación y a la organización, en las etapas avanzadas de la demencia, las personas pierden la capacidad de estructurar incluso tareas simples, como vestirse o preparar una comida (Marshall et al., 2011), viéndose también afectadas de modo considerable la toma de decisiones y resolución de problemas (Sun et al., 2021).

4 ENTRENAMIENTO COGNITIVO (EC) EN PERSONAS MAYORES

El deterioro cognitivo asociado a la edad plantea importantes desafíos terapéuticos. Las intervenciones farmacológicas, como los inhibidores de la colinesterasa y la memantina, han mostrado ciertos beneficios en las etapas iniciales de la EA (Guo et al., 2020; Veroniki et al., 2022), especialmente en la mejora de síntomas relacionados con la memoria y el comportamiento (Birks y Harvey, 2018). Sin embargo, estas terapias presentan ciertas limitaciones, incluyendo efectos secundarios (e.g., náuseas, insomnio, mareos) que pueden afectar a la adherencia al tratamiento, el bienestar de la persona, así como su capacidad para detener la progresión de la enfermedad (Howard et al., 2012; Kavirajan y Schneider, 2007; Schneider, 2000). A diferencia de los tratamientos farmacológicos, las intervenciones no farmacológicas no presentan efectos secundarios perjudiciales y permiten un enfoque personalizado, adaptado a las necesidades de cada persona (Sharew, 2022; Sikkes et al., 2020).

Diversos estudios de revisión y metaanálisis de ensayos controlados aleatorizados concluyen que las intervenciones no farmacológicas presentan niveles de eficacia semejantes o mejores a los observados en intervenciones farmacológicas (Luo et al., 2023; Luxton et al., 2025; Olazarán et al., 2010). Aunque los beneficios de las intervenciones no farmacológicas se han estudiado sobre todo en el dominio cognitivo (Luo et al., 2023), también se han descrito mejoras en los síntomas psicológicos y conductuales (Dyer et al., 2018; Nimmons et al., 2024).

Las intervenciones no farmacológicas orientadas a la mejora de la cognición son diversas en su tipología (e.g., reminiscencia, orientación a la realidad, ejercicio físico, entrenamiento cognitivo), variando en su nivel de especificidad, la evidencia disponible sobre su eficacia o su adecuación a las distintas etapas de la enfermedad (Berg-Weger y Stewart, 2017). Las incluidas dentro del denominado entrenamiento cognitivo (EC) se caracterizan por tener una naturaleza estructurada y adaptación a dominios cognitivos concretos (Gates et al., 2019).

Entre la amplia variedad de intervenciones no farmacológicas dirigidas a la cognición, Clare y Woods (2004) destacan tres de las más citadas debido a su gran aplicación en la práctica clínica: la estimulación cognitiva, el EC y la rehabilitación cognitiva.

La denominada estimulación cognitiva incluye intervenciones en las que se proponen actividades variadas que implican actividad intelectual (e.g., juegos de lógica, crucigramas), generalmente en grupo, que buscan mantener la activación general de las funciones mentales y fomentar la interacción social (Clare y Woods, 2004). La rehabilitación cognitiva, en cambio, incluiría intervenciones individualizadas, adaptadas específicamente a los déficits cognitivos detectados tras una evaluación exhaustiva, y cuyo objetivo es compensar déficits mediante tareas adaptadas al contexto cotidiano y preservar o restaurar la autonomía funcional (Clare y Woods, 2004). El EC incluiría propuestas a medio camino entre la estimulación cognitiva y la rehabilitación cognitiva, en las que, a través de la práctica estructurada, repetida, y generalmente guiada de actividades cognitivamente demandantes, se persigue el mantenimiento, la mejora o la atenuación de los procesos cognitivos afectados por el envejecimiento a lo largo de las diferentes etapas del continuo (Martin et al., 2011). El objetivo central del EC es, por lo tanto, reforzar las funciones cognitivas de manera sistemática, buscando que los beneficios se transfieran a situaciones de la vida cotidiana (Kueider et al., 2012).

El EC destaca por la solidez de su evidencia empírica, su aplicabilidad en distintos contextos clínicos y su capacidad para generar mejoras sostenidas en funciones cognitivas clave

(Lampit et al., 2014; Sitzer et al., 2006). Además, se trata de una intervención no invasiva, flexible y de bajo costo (Olegário et al., 2023) que puede realizarse individualmente o en grupo, y se adapta a las características de cada persona participante mediante formatos tradicionales (e.g., ejercicios de lápiz y papel) o plataformas digitales.

4.1 EFICACIA DEL EC EN PERSONAS MAYORES

El estudio de la eficacia del EC se ha realizado desde diferentes aproximaciones metodológicas que aportan diferentes niveles de validez a sus resultados. Algunos estudios comparan el rendimiento en pruebas estandarizadas, previo y posterior a la intervención, para detectar los beneficios inmediatos (Chuang et al., 2023; Shin et al., 2024). Otros estudios incluyen evaluaciones de seguimiento semanas o meses después de la intervención para evaluar la durabilidad de los beneficios obtenidos (Ball et al., 2002). Otro método utilizado para la evaluación de la eficacia consiste en examinar los efectos de transferencia cercana (i.e., las mejoras se generalizan a tareas nuevas pero muy relacionadas con las habilidades entrenadas) y de generalización (o transferencia lejana; i.e., las mejoras se generalizan a tareas no entrenadas relacionadas con otros dominios e incluso a la vida diaria) (Ball et al., 2002; Rebok et al., 2014).

De menor a mayor validez encontraremos estudios: 1) observacionales (e.g., estudios longitudinales, estudios de casos, estudios transversales, *ex post facto*, series de casos o estudios descriptivos); 2) pre-post intervención sin grupo de control ni aleatorización, útiles para detectar cambios pero no para establecer relaciones causa-efecto válidas; 3) experimentales no-aleatorizados o cuasiexperimentales pre-post intervención, con grupo de comparación, útiles para inferir relaciones causa-efecto que, no obstante, pueden estar contaminadas por diferencias de partida en los grupos; y 4) experimentales RCT (por sus siglas en inglés, Randomized Controlled Trial) que cumplen con todos los requisitos para establecer relaciones causa-efecto pero que pueden variar en relación con las garantías establecidas (i.e., ciego único, doble ciego, triple ciego).

Existen evidencias de eficacia del EC procedentes tanto de estudios observacionales (e.g., Streater et al., 2016), como de estudios que implementan diseños pre-post sin grupo de control ni aleatorización (e.g., Bruno et al., 2024; Han et al., 2024; Lee et al., 2009) en personas mayores en diferentes etapas del continuo del envejecimiento cognitivo hacia la demencia. Centramos, no obstante, nuestra revisión en los estudios que presentan mejores garantías de validez en sus resultados sobre eficacia. Así, estudios no aleatorizados o cuasiexperimentales mostraron que, el entrenamiento que combina estimulación cognitiva y física puede implicar beneficios cognitivos, físicos y emocionales en personas con quejas cognitivas (Chuang et al., 2023) y con DCL (Shin et al., 2024). Asimismo, Small (2012) observó que las personas con demencia pueden beneficiarse de programas de entrenamiento específico en memoria.

Los resultados de ensayos controlados aleatorizados (RCT) respaldan la efectividad del EC sobre todo en personas sin deterioro cognitivo (Ball et al., 2002; Phanasathit et al., 2022; Rebok et al., 2014; Srisuwan et al., 2025; Willis et al., 2006), en menor medida con DCS (Cheng et al., 2024; Wang et al., 2024b) y con DCL (Belleville et al., 2024; Castellote-Caballero et al., 2024) y con menor frecuencia en personas con demencia (Huntley et al., 2017). El estudio ACTIVE (Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly), que incluye 2.832 personas mayores con cognición normal y un seguimiento a diez años es uno de los más relevantes (Ball et al., 2002; Rebok et al., 2014; Willis et al., 2006). Los resultados del programa de EC con 10 sesiones grupales presenciales y dos sesiones de recuerdo post-intervención mostraron mejoras inmediatas en memoria, razonamiento y velocidad de procesamiento, y beneficios duraderos que pueden extenderse hasta diez años.

En personas con DCS, predominan las intervenciones multimodales que combinan EC con ejercicio físico (Cheng et al., 2024) o educación en estilos de vida (Wang et al., 2024b), observando mejoras cognitivas generales y específicamente en memoria y funciones ejecutivas. En personas con DCL, Belleville y cols. (2024) observaron que el EC favorecía el mantenimiento del rendimiento cognitivo general o disminuía el deterioro comparado con un grupo de control. Del mismo modo, Castellote-Caballero y cols. (2024) comprobaron que el EC dual implicaba beneficios en la salud física y cognitiva. Un estudio con personas con demencia leve mostró que el EC específico en memoria de trabajo aplicado individualmente producía beneficios en la capacidad cognitiva general (Huntley et al., 2017).

La evidencia metaanalítica con estudios RCT confirma los efectos positivos de los programas de EC en personas sin deterioro cognitivo (Chiu et al., 2017; Kelly et al., 2014; Yun y Ryu, 2022), con DCL (Chen et al., 2024; Sung et al., 2023; Yun y Ryu., 2022) y con demencia (Bahar-Fuchs et al., 2019; Xiang y Zhang, 2023). En personas mayores sanas, metaanálisis que incluyeron más de 30 estudios RCT (Chiu et al., 2017; Kelly et al., 2014; Yun y Ryu, 2022) destacaron los beneficios del EC en las capacidades cognitivas generales especialmente en las funciones ejecutivas. En personas con DCL, destaca el estudio de Chen y cols. (2024) que llevaron a cabo un metaanálisis de 50 estudios RCT incluyendo cuatro modalidades de EC y concluyendo que el entrenamiento neuropsicológico fue la intervención más eficaz en personas con DCL, mostrando los mejores efectos en memoria de trabajo, cognición global, memoria y flexibilidad cognitiva. En la demencia leve a moderada, los estudios metaanalíticos revelan que el EC puede producir beneficios en cognición global y en funciones cognitivas específicas como la fluidez verbal semántica, mantenidos en el tiempo, y también algún efecto sobre el estado de ánimo de las personas participantes (Bahar-Fuchs et al., 2019; Xiang y Zhang, 2023).

Además, según informan revisiones recientes de la literatura y metaanálisis, el EC induce cambios estructurales en el cerebro, como el aumento de la densidad de materia gris en regiones críticas como el hipocampo o la corteza prefrontal (Belleville y Bherer, 2012; Pieramico et al., 2014; van Balkom et al., 2020; Wang et al., 2025).

La investigación ha mostrado interés por analizar los efectos en las funciones cognitivas específicas de memoria y funciones ejecutivas, debido a su relevancia para el funcionamiento diario y la movilidad (Wollesen et al., 2020), pues son los dominios que más declinan con la edad (Caetano et al., 2021). Las revisiones y metaanálisis de estudios RCT citados, evidencian de forma consistente los beneficios del EC en ambos dominios cognitivos en personas a lo largo de todo el continuo (Chen et al., 2024; Kelly et al., 2014; Yun y Ryu, 2022).

La transferencia es un factor clave a la hora medir si las intervenciones cognitivas tienen un impacto significativo en la cognición y la independencia en las personas mayores (Zelinski, 2009). En relación con esto, se puede medir la transferencia de los beneficios obtenidos a otros dominios no entrenados pero similares (i.e., transferencia cercana o próxima) o a otros contextos de la vida diaria (i.e., capacidad de generalización o transferencia lejana o distante; como la gestión del tiempo, la resolución de problemas cotidianos o la toma de decisiones) (Barnett y Ceci, 2002). Los resultados revisados respecto a la transferencia del EC son escasos y poco clarificadores (Lustig et al., 2009; Papp et al., 2009; Simons et al., 2016). Aunque metaanálisis y estudios RCT recientes han mostrado pruebas más consistentes de la transferencia cercana (Bahar-Fuchs et al., 2019; Golino et al., 2017), los efectos de la transferencia lejana siguen siendo pequeños o insignificantes (Lampit et al., 2014; Sala et al., 2019; Zhu et al., 2024) y han sido poco estudiados (Sanjuán et al., 2020). Solo un metaanálisis de entrenamiento multimodal (Basak et al., 2020) mostró efectos tanto en transferencia cercana como en transferencia lejana en personas mayores sin deterioro cognitivo y con DCL, aunque en esta última pocos lograron la significación.

Las dificultades para lograr transferencia lejana en los estudios de EC pueden atribuirse a varios factores: a) la naturaleza (e.g., específicas, descontextualizadas) de las tareas entrenadas (Horr et al., 2015; Landínez-Martínez y Grisales-Aguire, 2025); b) tareas que no favorecen el uso de estrategias específicas para trasladar las habilidades adquiridas a situaciones nuevas (Buitenweg et al., 2012; Gobet y Sala, 2022); y c) la variabilidad individual (e.g., edad, nivel cognitivo previo, motivación, reserva cognitiva, nivel educativo, comorbilidades) (Jaeggi et al., 2011; Kueider et al., 2012; Lampit et al., 2014; Traut et al., 2021).

A pesar de estas limitaciones, diversas investigaciones han identificado estrategias que pueden favorecer la transferencia lejana y el impacto funcional del EC (Anguera et al., 2013; Hampstead et al., 2014; Klimova, 2016; Smith et al., 2009; Willis et al., 2006), entre las que destacan: a) personalización del entrenamiento: los programas adaptados a las fortalezas, necesidades y ritmos individuales (Bruno et al., 2024; Kueider et al., 2012); b) contextualización de las tareas: incorporar actividades que simulen situaciones de la vida diaria; c) uso de tecnologías avanzadas: plataformas interactivas, aplicaciones móviles y recursos con inteligencia artificial permiten generar entornos de entrenamiento más realistas y flexibles, ajustando dinámicamente el contenido según el rendimiento individual (Anguera et al., 2013; Chen et al., 2024; Li et al., 2025a; Mishra et al., 2016); d) gamificación y elementos motivacionales: la inclusión de recompensas, desafíos progresivos y retroalimentación inmediata aumenta la motivación y el compromiso con el programa (Kamnardsiri et al., 2024; Koivisto y Malik, 2024; Smith et al., 2009); y e) sesiones de refuerzo y monitoreo continuo: realizar seguimientos con frecuencia ayuda a consolidar los aprendizajes y detectar disminuciones en el rendimiento, posibilitando los ajustes necesarios (da Silva et al., 2022; Hampstead et al., 2014; Lampit et al., 2014).

Otra limitación detectada en revisiones y estudios metaanalíticos está relacionada con el seguimiento de la eficacia de los resultados. La mayoría de los estudios se centran en efectos inmediatos posteriores a la intervención (Chiu et al., 2017; Roheger, 2021; Sanjuán et al., 2020; Sung 2023; Xiang y Zhang 2023; Yun y Ryu 2022). Pocos estudios evalúan si los resultados se mantienen a largo plazo, y, además, en estos casos, el período de seguimiento se limita a pocos meses después (Kelly et al., 2014).

En resumen, existe amplia y rigurosa evidencia científica sobre la eficacia del EC, el cual se ha medido, en gran parte, a través de estudios RCT (Ball et al., 2002; Belleville et al., 2024; Bruno et al., 2024; Chuang et al., 2023; Lee et al., 2009; Phanasathit et al., 2022; Rebok et al., 2014). Sin embargo, la evidencia científica respecto al seguimiento o la transferencia de la eficacia del EC sigue siendo escasa (Sanjuán et al., 2020). No obstante, soluciones que posibiliten una mayor personalización y accesibilidad, así como la flexibilidad en frecuencia e intensidad del entrenamiento proporcionado podrían ayudar a superar estas limitaciones (Kueider et al., 2012).

4.2 EC Y ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL POR CORRIENTE ALTERNA EN PERSONAS MAYORES

La estimulación eléctrica transcraneal (*transcranial electrical stimulation* [tES]), abarca un conjunto de técnicas no invasivas de neuromodulación, que utilizan corrientes eléctricas de baja intensidad (en el rango de miliamperios, mA) para influir en la actividad neuronal. Estas técnicas, aplicadas mediante electrodos colocados sobre el cuero cabelludo, tienen como objetivo modular la excitabilidad cortical y promover la plasticidad sináptica, lo que las convierte en herramientas relevantes tanto para la investigación neurocientífica como para el tratamiento de trastornos cognitivos, neurológicos y psiquiátricos (Antal y Paulus, 2013; Coffman et al., 2014; Van Hoornweder et al., 2025).

Existen distintos tipos de tES, entre los que destacan por su frecuencia de uso la estimulación transcraneal por corriente directa (*transcranial direct current stimulation* [tDCS]) y la estimulación transcraneal por corriente alterna (*transcranial alternating current stimulation* [tACS]). La tDCS utiliza corriente continua para aumentar o disminuir la actividad neuronal, mientras que la tACS emplea corrientes alternas que sincronizan patrones rítmicos neuronales con oscilaciones externas. Ambas técnicas son seguras y permiten modular las oscilaciones neuronales o los patrones coordinados de actividad neuronal, que se asocian con funciones cognitivas clave como la memoria, la atención y la percepción (Herrmann et al., 2013; Klimesch, 1999). Concretamente, la tACS facilita la sincronización de la actividad neuronal en una frecuencia específica, permitiendo que las neuronas de la zona estimulada se coordinen de manera más precisa y por lo tanto influya de una forma óptima en la plasticidad sináptica y mejore la conectividad funcional del cerebro (Vogeti et al., 2022). La tDCS modula la probabilidad de que las neuronas se activen, dependiendo de los parámetros aplicados, pero su efecto no está dirigido a una frecuencia concreta, como en el caso de la tACS (Yang et al., 2021a).

Para administrar la tACS se deben ajustar algunos parámetros, como la frecuencia y la duración de la estimulación (en general, entre 20 a 40 minutos), la ubicación, el número y el tamaño de los electrodos, y la intensidad de la corriente (entre 1 y 2 mA) (Elyamany et al., 2020; Klink et al., 2020). En función de este ajuste, los efectos se pueden mantener varias horas o días, incluso después de una única sesión (Kasten et al., 2016), aunque las intervenciones multisesión incrementan los resultados y son más efectivas para mantener estos beneficios a largo plazo (Grover et al., 2023; Lee et al., 2023; Sanches et al., 2021). Existe una alta variabilidad en relación con el número de sesiones (1-16) empleado en la administración de tACS, aunque la mayoría utilizan entre una y cinco sesiones con efectos positivos inmediatos, tal y como recogen Lee y cols. (2023) en su revisión metaanalítica.

Las oscilaciones neuronales se clasifican en diferentes bandas de frecuencia: delta (0,5-4 Hz; hercios), theta (4-8 Hz), alfa (8-12 Hz), beta (13-30 Hz) y gamma (>30 Hz). Cada una de estas bandas de frecuencia se relaciona con procesos cognitivos específicos y distintos estados de conciencia. Por ejemplo, la banda alfa, se asocia con la relajación y la atención visual, la banda theta se asocia con la memoria de trabajo y la consolidación de información (Xie et al., 2021) y la banda gamma se ha relacionado con la codificación y consolidación de la memoria episódica (Griffiths y Jensen, 2023).

Existe una evidencia creciente a favor de que los cambios en las relaciones entre distintas áreas cerebrales podrían estar relacionados con el deterioro cognitivo asociado a la edad, posiblemente como resultado de una desconexión anatómica y funcional entre regiones cerebrales que normalmente actúan de forma coordinada (Antal et al., 2017; Hsu et al., 2017; Kim et al., 2021). En esta línea, investigaciones recientes han mostrado la eficacia de la tACS para mejorar la sincronización funcional entre áreas cerebrales (Reinhart y Nguyen, 2019) y funciones cognitivas específicas. Esto se ha observado en personas con deterioro cognitivo (Al Qasem et al., 2022; Kim et al., 2021; Wischniewski et al., 2023) y sin deterioro cognitivo objetivo (Abubaker et al., 2021; Fröhlich, 2015; Hanslmayr et al., 2019; Lee et al., 2023).

En esta línea, la corteza prefrontal dorsolateral izquierda (*left dorsolateral prefrontal cortex* [DLPFC]) se ha identificado como un área clave asociada a redes neuronales relacionadas con el rendimiento en funciones cognitivas como la planificación, la memoria de trabajo, el razonamiento abstracto y la regulación emocional, que se deterioran con la edad y en fases clínicas y preclínicas. Recientes estudios han señalado que dirigir la estimulación de tACS sobre la DLPFC podría ser eficaz para optimizar el funcionamiento cognitivo tanto en personas con DCS y DCL (Diedrich et al., 2024; Kim et al., 2021) como en demencia (Uehara et al. (2025)).

Revisiones recientes han sugerido que la tACS es más efectiva cuando se aplica sobre una red cerebral activa, en lugar de en reposo (Cespón et al., 2018; Wang et al., 2020), y que los procedimientos online (i.e., cuando la estimulación se aplica mientras la persona está realizando una tarea) pueden permitir un mayor acoplamiento entre las oscilaciones cerebrales en curso y las oscilaciones eléctricas externas, en comparación con los protocolos offline (i.e., la estimulación se aplica antes o después de la tarea) (Klink et al., 2020; Lee et al., 2023).

En esta línea, el estudio del efecto de la combinación de tACS y EC ha empezado a recibir atención, aunque la evidencia todavía es escasa. Moussavi y cols. (2021) exploraron los efectos del EC con y sin tACS en un estudio piloto con 28 participantes con demencia. El tratamiento se administró durante unas 20 horas mostrando mejoras significativas en memoria y orientación espacial. Estudios RCT recientes y de mayor validez han evidenciado estos beneficios (Diedrich et al., 2024) de la tACS combinada con EC en 35 participantes de entre 55 y 82 años. Los resultados evidencian mejoras en habilidades visuomotoras tras 5 horas de estimulación (que persistieron 3 meses más tarde) y que el efecto del tratamiento fue más pronunciado en las personas participantes de menor edad y en aquellas con deterioro previo. Uehara y cols. (2025) llevaron a cabo un estudio en el que 42 participantes con demencia que recibieron 20 horas de estimulación mientras utilizaban *MindTriggers* (una aplicación en línea que contiene ejercicios interactivos en formato de juegos). Los resultados señalan que la tACS combinada con ejercicios cognitivos mejora la cognición, los síntomas neuropsiquiátricos y la depresión, con beneficios sostenidos de 2 a 3 meses después del tratamiento.

A pesar de estos hallazgos prometedores, siguen siendo necesarios estudios adicionales sobre la eficacia sostenida de este tipo de intervención combinada. Además, algunos trabajos han señalado limitaciones metodológicas, como la falta de estandarización en los protocolos de estimulación (e.g., frecuencia, duración, intensidad) (Antal y Herrmann, 2016), la falta de grupos placebo controlados (Moussavi et al., 2021) y la dificultad para aislar los efectos específicos de cada componente de la intervención (Kehler et al., 2020).

5 TECNOLOGÍA, EC Y PERSONAS MAYORES

En las últimas décadas, el uso de tecnologías y de internet ha aumentado de manera significativa, sobre todo en los países desarrollados, debido al avance digital y a la dependencia de las herramientas tecnológicas en la vida diaria (Czaja y Lee, 2019). Esto aumentó todavía más tras la reciente pandemia de COVID-19 (acrónimo de la expresión inglesa Coronavirus Disease 2019), ya que se implantó el trabajo telemático, las consultas médicas a distancia y la educación en línea (van Deursen, 2020). Esto ha evidenciado la necesidad de que las herramientas tecnológicas sean accesibles y efectivas para todas las edades. Según la OMS (2025), para el año 2030 se estima que una de cada seis personas en el mundo tendrá 60 años o más, lo que destaca la importancia de diseñar tecnologías inclusivas orientadas a mejorar la calidad de vida y la autonomía de las personas mayores.

Las nuevas tecnologías ofrecen múltiples oportunidades para atender las necesidades de esta población, favoreciendo la comunicación, disminuyendo el aislamiento social, fomentando el acceso a la educación y el entretenimiento, mejorando la atención de la salud y facilitando la realización de tareas cotidianas (Czaja, 2017; Heo et al., 2015). Además, una creciente evidencia metaanalítica destaca el potencial de las tecnologías digitales para mejorar la función cognitiva y el bienestar general de las personas mayores (Li et al., 2025b; Tsai et al., 2024; Vasodi et al., 2023; Yu et al., 2023).

Históricamente, las tasas de adopción de la tecnología en personas mayores han sido más bajas que en otros grupos, pero las cifras recientes muestran un aumento. Según un informe del *Pew Research Center*, el 67% de las personas mayores de 65 años en Estados Unidos utilizaban internet, un aumento notable en comparación con el 14% en el año 2000 (Anderson y Perrin, 2017). En 2021, el 85% de personas mayores de 65 años manifestaban usar internet y el 77% disponían de teléfonos inteligentes (Faverio, 2022). Este informe también señaló que el 48% de las personas de 18 a 29 años manifestaron estar conectadas casi todo el tiempo, en comparación con el 22% del grupo de 50 a 64 años y el 8% de los/as de 65 años o más. En Europa y España, el uso de tecnología entre las personas mayores de 65 años también ha crecido de forma significativa en la última década, aunque con diferencias territoriales notables. En España, cerca del 80% de la población de 65 a 74 años utiliza internet con frecuencia, frente al 61% de la población europea, con cifras más altas en países nórdicos como Dinamarca (94%) y más bajas en Grecia o Bulgaria (25-30%) (INE, 2025; Eurostat, 2021).

Los principales usos en esta población están relacionados con comunicarse y mantener el contacto social, participar en actividades para ocupar su tiempo libre y entretenerse, buscar información sobre la salud (Lee et al., 2020; Liu et al., 2016; Peek et al., 2014) y mantenerse física y mentalmente activos/as (Rienzo y Cubillos, 2020). Aunque aún minoritario frente a otros usos tecnológicos, el juego digital comienza a consolidarse como una herramienta de entretenimiento y socialización en esta población (ontsi, 2024).

Una encuesta de 2008 reveló que solo el 23% de las personas mayores de 65 años afirmaba jugar a videojuegos, en contraste con el 81% de los/as más jóvenes (18-29 años) (Lenhart, 2008). En encuestas posteriores de 2015 y 2017, se encontró que el 40% de personas de entre 50 y 64 años jugaban a videojuegos, frente al 25% de los/as mayores de 65 años (Anderson y Perrin, 2017; Duggan, 2015). Un informe de la *Age UK* (2024), una organización benéfica de Reino Unido dedicada a las personas mayores y que colabora con la Oficina Nacional de Estadística, señala que un 32% de las personas usuarias de internet (de entre 65-74 años) y un 28%

de más de 75 años juegan en línea al menos una vez al mes. Parra y cols. (2009) encuestaron a 188 personas mayores de 65 años en España, y encuentran que el 23,7% jugaba a videojuegos al menos una vez a la semana.

A pesar de estas tendencias, las personas mayores todavía enfrentan obstáculos a la hora de adoptar las nuevas tecnologías, como la ansiedad tecnológica, la falta de familiaridad con dispositivos modernos o la percepción de autoeficacia durante su uso (An et al., 2024; Barnard et al., 2013; Czaja et al., 2006; Kim et al., 2023; Pan, 2016).

Otros factores como el nivel educativo, el estatus socioeconómico y las limitaciones físicas o cognitivas también se evidencian como obstáculos importantes en la adopción de la tecnología de personas mayores (Chan et al., 2023; Harris et al., 2022; Peek et al., 2014). En esta línea, diferentes investigaciones (Lee et al., 2024; Porter y Donthu, 2006) y revisiones sistemáticas de la literatura (Bertolazzi et al., 2024; Zhang, 2023) indican que las personas mayores con mayor nivel económico y educativo y mayor experiencia previa con las tecnologías suelen adoptar nuevas herramientas con mayor rapidez.

Con el objetivo de superar estos obstáculos, se han propuesto diferentes modelos teóricos. El más estudiado ha sido el Modelo de Aceptación de la Tecnología (Technology Acceptance Model [TAM]), desarrollado por Davis (1989), que defiende que la adopción de la tecnología depende de los siguientes factores: a) la utilidad percibida (el grado en que una persona cree que la tecnología mejorará su desempeño); b) la facilidad de uso percibida (el grado en que se percibe como fácil de aprender y utilizar); y c) el disfrute percibido (el grado en que una persona considera que el uso de la tecnología es entretenido o gratificante). Estos factores influyen en la actitud hacia la tecnología, lo que a su vez influye en la intención de uso y en el uso real de la misma (Yang et al., 2025). La Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology [UTAUT]) propuesta por Venkatesh y cols. (2003) incluye los factores: a) expectativa de rendimiento; b) expectativa de esfuerzo; c) influencia social; y d) las condiciones facilitadoras. Esta propuesta fue ampliada con el UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012), incorporando tres nuevos constructos: a) la motivación hedónica (disfrute percibido al usar la tecnología); b) el hábito (la automatización en el uso de la tecnología); y c) el coste percibido. Los modelos mencionados ayudan a explicar por qué las personas mayores adoptan tecnologías más fácilmente cuando observan beneficios claros, cuando las herramientas son intuitivas y fáciles de utilizar, y cuando se rodean de un entorno de apoyo.

Por lo tanto, tecnologías con diseños e interfaces que favorezcan la accesibilidad, programas personalizados y un apoyo continuo son esenciales para reducir la ansiedad por la tecnología y mejorar el sentimiento de autoeficacia en la población mayor (Berkowsky et al., 2017; Conci et al., 2009; Ryan et al., 2006; Schneider et al., 2008; Tsai et al., 2024).

Para que la población mayor se beneficie de las potencialidades que ofrecen las TIC, es importante comprender cómo responden ante ellas y cómo las adoptan. No obstante, a pesar de que en los últimos años ha aumentado el número de propuestas para perfiles de edad avanzada, la proporción de productos dirigidos a esta población sigue siendo menor que para otros grupos poblacionales (De Schutter y Malliet, 2014; Gerling et al., 2012) y pocas veces se ha implicado a este colectivo en el proceso de diseño y desarrollo de estos productos (Rienzo y Cubillos, 2020).

5.1 ENTRENAMIENTO COGNITIVO COMPUTARIZADO (ECC) EN PERSONAS MAYORES

Las herramientas digitales actuales ofrecen múltiples posibilidades para llevar a cabo el EC, adaptándose a las necesidades de la población adulta mayor.

Como consecuencia de esta evolución del EC a formatos digitales surge el denominado Entrenamiento Cognitivo Computarizado (ECC) que, a diferencia del EC, utiliza software

especializado diseñado para funcionar en dispositivos electrónicos como smartphones, tabletas y consolas. El ECC ofrece ventajas adicionales: a) accesibilidad: reduce las barreras geográficas, económicas y de movilidad, facilitando su utilización en personas con movilidad reducida o que viven en entornos con acceso limitado a servicios presenciales, pudiendo llevarlo a cabo en el propio domicilio (Kueider et al., 2012); b) personalización: gracias a algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático analiza el rendimiento de la persona en tiempo real, identifica patrones de respuesta y ajusta de forma dinámica el nivel de dificultad, el tipo de ejercicios y genera retroalimentación (Anguera et al., 2013; Mishra et al., 2016). Esto podría mejorar la experiencia de juego, reducir la frustración por tareas muy difíciles o el abandono por ejercicios muy fáciles. Además, este monitoreo del progreso genera indicadores de rendimiento y gráficas de avance, lo que facilita las recomendaciones y decisiones clínicas (Hampstead et al., 2014; Lampit et al., 2014); y c) flexibilidad: permite ajustar la frecuencia y la duración en función de las necesidades de la persona, lo que favorece su sostenibilidad a largo plazo (Buitenweg et al., 2012; Gates et al., 2019; Klimova, 2016; Kueider et al., 2012; Lampit et al., 2014). En esta línea, el ECC incorpora estrategias de gamificación (como recompensas, desafíos progresivos y la ya mencionada retroalimentación inmediata), que hacen que el entrenamiento resulte más atractivo, mejorando la adherencia al tratamiento, incrementando el disfrute, la autonomía y el sentido de logro (Boot et al., 2016; Koivisto y Malik, 2020; Mishra et al., 2016). Por ello, el ECC, además de tratarse de un recurso innovador, resulta una estrategia fundamental para superar las principales limitaciones del EC en términos de transferencia, motivación, accesibilidad, adherencia y personalización (Anguera et al., 2013; Mishra et al., 2016; Smith et al., 2009).

El ECC se presenta en múltiples formatos. Entre las tecnologías más destacadas se encuentran las plataformas interactivas, las aplicaciones móviles, los entornos virtuales inmersivos y los sistemas basados en inteligencia artificial. Kueider et al. (2012) proponen sistematizarlos y dividirlos identificando tres enfoques principales: a) tareas clásicas de EC digital: estas se centran en dominios específicos como la memoria, la atención o la velocidad de procesamiento. Aunque su estructura es similar a las intervenciones tradicionales en papel, su digitalización permite un mayor alcance y expansión, además de facilitar el acceso remoto. Sin embargo, la personalización sigue siendo limitada, ya que las adaptaciones suelen estar previamente configuradas y carecen de ajustes flexibles a tiempo real; b) software neuropsicológico: estos programas están diseñados específicamente para mejorar múltiples dominios cognitivos, ofreciendo tareas diversas (en formato de micro juegos) que incluyen desafíos personalizados y retroalimentación inmediata. Permite a los/as usuarios/as avanzar a su propio ritmo mientras fortalecen habilidades cognitivas a través de la práctica repetitiva. Ejemplos destacados incluyen plataformas como *Lumosity*, *Cogmed*, *BrainHQ*, *Peak*, *CogniFit* o *NeuronUP*, que han sido ampliamente empleadas en la intervención con personas mayores. No obstante, estas aplicaciones carecen de una integración narrativa contextualizada y significativa que faciliten la transferencia de habilidades adquiridas a contextos de la vida real; y c) videojuegos comerciales: estos integran el ECC en un formato lúdico y accesible, utilizando mecánicas de juego para fomentar el aprendizaje continuo, pero suelen carecer de un fundamento neuropsicológico riguroso.

Dentro de esta última tipología, los videojuegos comerciales se han diversificado notablemente y cada uno de ellos podría tener efectos específicos en la cognición según su género. Así, los videojuegos de acción, como *Call of Duty*, parecen incrementar la atención selectiva y dividida, la velocidad de procesamiento y las funciones ejecutivas (Belchior et al., 2013, 2019; Dye et al., 2009; Green y Bavelier, 2003). Los juegos de estrategia, como *Age of Empires*, estimulan la planificación y la resolución de problemas, y han demostrado mejoras

significativas en funciones ejecutivas asociadas a la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva (Basak et al., 2008; Glass et al., 2013; Stern et al., 2011). Los juegos de aventura con narrativa y exploración, como *The Legend of Zelda*, ofrecen una experiencia inmersiva que podría favorecer la transferencia de habilidades y la adherencia (Corregidor-Sánchez et al., 2021; Li et al., 2025b., Molina et al., 2014; Song et al., 2023). Los *exergames* (como *Wii Fit*), que combinan actividad física y cognitiva utilizando sensores de movimiento, han demostrado ser eficaces para mejorar la memoria de trabajo, la velocidad de procesamiento, el equilibrio y el bienestar emocional y social de las personas mayores, además de mostrar una alta adherencia y percepción de disfrute (Chan et al., 2024a; Gschwind et al., 2015; Maggio et al., 2025; Maillot et al., 2012).

En esta línea, la investigación sobre las preferencias de las personas mayores en relación con las tecnologías y los videojuegos sigue siendo limitada (Rienzo y Cubillos, 2020; Salmon et al., 2017). Los diseños se centran en propiedades que pueden potenciar la cognición, descuidando cuestiones clave de preferencias de género o estética, fundamentales para la participación e implicación de la persona. En consecuencia, muchos estudios de ECC han informado de baja adherencia y altas tasas de abandono (Nguyen et al., 2025). Conocer estas preferencias e intereses y tener en cuenta la experiencia del usuario/a en el diseño de las herramientas de ECC es clave para aumentar el interés y adherencia en ECC, y por lo tanto los beneficios del entrenamiento.

La experiencia de usuario/a es un concepto consolidado en el año 2010 con la norma ISO 9241-210 y que se basa en los modelos de adopción a la tecnología (i.e., TAM, UTAUT, UTAUT2). Se define como el conjunto de percepciones, emociones, actitudes y respuestas resultantes (antes, durante y después) del uso o interacción con un producto, sistema o servicio. Es decir, no hace referencia a si un producto funciona en términos técnicos, sino de cómo lo experimenta la persona usuaria en términos de: a) jugabilidad y usabilidad (i.e., los programas tienen en cuenta las preferencias de la población a la que se dirigen, teniendo en cuenta la satisfacción o la frustración que pueden generar en lugar de centrarse únicamente en entrenar la función cognitiva); b) usabilidad (i.e., facilidad, claridad y simplicidad de los aspectos del programa con los que interactúa la persona usuaria); c) utilidad (i.e., los programas logran obtener beneficios en la función cognitiva del público objetivo); y d) accesibilidad (i.e., las barreras o dificultades que tienen las personas mayores al interactuar con la tecnología) (Nguyen et al., 2025). Asimismo, en relación con la experiencia de la persona usuaria, los/as investigadores/as han comenzado a poner énfasis en el concepto de *flow*, propuesto por Csikszentmihalyi (1990), un estado de inmersión completo donde la persona está absorta y concentrada en la tarea, tiene objetivos claros y recibe retroalimentación inmediata, percibe un equilibrio adecuado entre desafío y habilidad, y siente pérdida de la noción del tiempo y sensación de control. Estos factores son clave para fomentar la motivación de la persona con el producto, y en consecuencia para mantener la adherencia al programa, factor clave en el éxito de cualquier intervención (Adcock et al., 2020; Kakoutopoulos et al., 2025; Nap et al., 2014; Souders et al., 2015).

Algunos estudios han analizado las preferencias, motivaciones y barreras de accesibilidad con las tecnologías en población mayor basándose en entrevistas y encuestas generales. En estos casos no se tiene en cuenta una experiencia específica de juego en la que puedan basar sus valoraciones (Blocker et al., 2014; Chesham et al., 2017; De Schutter et al., 2011; Gerling et al., 2012; Nap et al., 2009; Pyae et al., 2016; Rienzo y Cubillos, 2020; Salmon et al., 2017), lo que aportaría información más fiable, específica y ligada a la experiencia real.

Los resultados en las encuestas señalan que las personas mayores prefieren interfaces simples (e.g., instrucciones claras, fáciles de aprender y con tareas ajustadas a sus capacidades) (de

Medeiros et al., 2024; McCallum y Bolestsis, 2013; Rienzo y Cubillos, 2020; Salmon et al., 2017; Souders et al., 2015; Swinnen et al., 2021; Wang, 2024a), frustrándose con elementos complejos como joysticks o menús complicados, y responden mejor a pantallas táctiles intuitivas (Pham y Theng, 2012; Silva et al., 2015; Wang, 2024a). Además, muestran mayor interés por juegos diseñados con propósitos de entretener, promover la interacción familiar y social y mantenerse física y mentalmente activos/as (Rienzo y Cubillos, 2020). Además, es clave ofrecer opciones personalizables (e.g., tamaño de la pantalla o la fuente, contraste de color o brillo, control de volumen, u objetos o botones de mayor tamaño para favorecer la accesibilidad de esta población a nivel motor o recordatorios para reducir la carga cognitiva) (Nap et al., 2009). En cuanto al contenido, las personas mayores muestran preferencia por juegos que representan situaciones del mundo real (e.g., escenarios familiares, narrativas sencillas y personajes humanos identificables) (Adcock et al., 2020; Blocker et al., 2014; Rienzo y Cubillos, 2020; Wang, 2024a; Zhang et al., 2019a).

La interacción social y la colaboración con personas de su grupo de edad surgió como una motivación clave (Aarhus et al., 2011; Wang et al., 2024a). En esta línea, Beauchamp y cols. (2007) examinaron las preferencias de juego de 237 personas mayores de entre 60 y 91 años de Inglaterra, y encontraron una preferencia positiva por ejercitarse en grupos de personas de edad similar, en línea con lo informado por De Schutter y Vandenabeele (2008).

En relación con el tipo de juego, las investigaciones evidencian preferencias en este grupo de edad por juegos de estrategia (Blocker et al., 2014; Chesham et al., 2017; Nap et al., 2009), aventura y *exergames* (Wang, 2024a). Rienzo y Cubillos (2020) observaron en una revisión sistemática que incluyó 34 estudios, que los géneros preferidos de esta población incluyen juegos pausados (e.g., rompecabezas), frente a juegos de acción rápida (e.g., disparos y deportivos). En esta línea, se evidencian, en general, preferencias por juegos que estimulen sus capacidades cognitivas o que representen desafíos intelectuales frente a juegos en los que tengan que utilizar de forma rápida sus reflejos (Blocker et al., 2014; Boot et al., 2020; Chesham et al., 2017; Rienzo y Cubillos, 2020; Salmon et al., 2017). Varios estudios coinciden en que existe un fuerte rechazo hacia los juegos de contenido violento por parte de esta población (Blocker et al., 2014; Chesham et al., 2017; Nap et al., 2009; McKay y Maki, 2010). Además, los juegos de fantasía resultan menos interesantes para este grupo (Blocker et al., 2014; Chesham et al., 2017).

En resumen, la mayoría de las intervenciones de ECC en población mayor han utilizado plataformas comerciales de entrenamiento cerebral (e.g., Lumosity) con tareas aisladas y descontextualizadas, evidenciando escasa motivación y adherencia a largo plazo (Simons et al., 2016). Aunque estudios evidencian el uso de videojuegos para el entretenimiento (e.g., *Call of Duty*) que favorecen la motivación y el disfrute en esta población, estos no están pensados para el entrenamiento de las funciones cognitivas ni dirigidos a esta población, por lo que presentan barreras de usabilidad (De Schutter, 2011; Nap et al., 2009).

A raíz de estas evidencias, una línea emergente y prometedora es el desarrollo de videojuegos de aventura con integración narrativa desde una perspectiva neuropsicológica. El diseño de historias envolventes y atractivas, y entornos significativos que involucren emocionalmente a la persona, promueve la adherencia, la motivación intrínseca y la transferencia funcional (Choi et al., 2025; Chu et al., 2010; De Schutter y Brown, 2015).

5.2 EFICACIA DEL ECC EN PERSONAS MAYORES

La evaluación de la eficacia del ECC en población adulta mayor en distintas fases del proceso de envejecimiento ha sido el principal objetivo de la investigación en el campo del ECC (Lampit et al., 2014; Nguyen et al., 2019). Existe mucha variabilidad en la tipología de ECC estudiados,

y la mayoría analiza la eficacia de tareas clásicas de EC digital, o de software neuropsicológico, y otros/as muchos/as se centran en el estudio de la eficacia de *exergames* que combinan ECC y físico. Algunos/as autores se decantan por la selección de pruebas específicas de las plataformas mencionadas y muy pocos incluyen videojuegos en sus trabajos.

Diversos estudios cuasiexperimentales, RCT y metaanalíticos han aportado información sobre la eficacia de este tipo de entrenamiento.

Entre los estudios cuasiexperimentales realizados con población mayor sana, Du y cols. (2024) diseñaron *LightSword*, un *exergame* de realidad virtual dirigido a entrenar la inhibición cognitiva en personas mayores mostrando mejoras en esta función. Además, registraron una alta motivación y adherencia que los/as autores/as atribuían a la adaptación realizada a la población objetivo al ser un diseño *ad hoc*. Napetschnig y cols. (2025) desarrollaron otra aplicación de seguridad vial y realidad virtual (*Wegfest*), obteniendo mejoras significativas en movilidad funcional y autoeficacia, pero no encontraron beneficios a nivel cognitivo ya que fue un diseño piloto que no estaba centrado en el entrenamiento de funciones cognitivas. Por otro lado, Senczyszyn y cols. (2021) seleccionaron tareas de entrenamiento de un programa de ECC (*Mind Academy*) combinado con sesiones educativas y de orientación psicológica evidenciando mejoras en el funcionamiento cognitivo general, fluidez verbal, capacidad de aprendizaje, memoria inmediata y diferida y procesamiento de la información.

Diversos estudios RCT analizaron la eficacia de distintos programas de ECC en personas mayores sanas (e.g., *Brain Fitness Program*, *LHAMS [Iowa Healthy and Active Minds Study]*, *Lumosity*, *MentalUP*, *CogniFit*, *Brain Age*) con muestras que pueden variar en tamaño desde un rango menor a 100 participantes (Akyol et al., 2025) hasta muestras mayores de 400 participantes (Hardy et al., 2015; Wolinsky et al., 2013; Zelinski et al., 2011). La duración del ECC también fue variable, incluyendo entrenamientos desde 12 horas (Peretz et al., 2011) hasta 40 horas (Zelinsky et al., 2011), siendo la duración que se repite con más frecuencia de 12 horas (Akyol et al., 2025; Hardy et al., 2015; Peretz et al., 2011; Wolinsky et al., 2013). En los resultados se observan mejoras en velocidad de procesamiento (visual o auditiva) (Hardy et al., 2015; Nouchi et al., 2012; Wolinsky et al., 2013; Zelinski et al., 2011), medidas atencionales (Peretz et al., 2011; Wolinsky et al., 2013; Zelinski et al., 2011), habilidades visuoespaciales (Akyol et al., 2025; Peretz et al., 2011), memoria verbal, memoria a corto plazo, memoria de trabajo y otras funciones ejecutivas (Hardy et al., 2015; Nouchi et al., 2012; Peretz et al., 2011). Además, se ha encontrado también mejoría en medidas autoinformadas de funcionamiento cognitivo (Hardy et al., 2015; Wolinsky et al., 2013). Por otro lado, Basak y cols. (2008) analizaron la eficacia de un videojuego comercial de estrategia más orientado por ello al entrenamiento de funciones ejecutivas (*Rise of Nations*) en 39 personas mayores (23,5 horas de entrenamiento) y observaron mejoras significativas en flexibilidad atencional, memoria de trabajo, memoria visual y razonamiento.

En personas con DCL, los estudios RCT analizaron la eficacia de programas de ECC (*GRADIOR*, *EXERcise-Tai Chi* que combina ECC y físico) o tareas seleccionadas de plataformas de ECC. Las muestras analizadas eran de entre 50 y 100 personas y una duración del entrenamiento de entre 24 y 30 horas. Wu y cols. (2023) observaron beneficios del entrenamiento en tareas relacionadas con funciones ejecutivas, así como en las redes neuronales asociadas con el rendimiento cognitivo general y memoria. El uso de programas de *exergame* o de plataformas como *GRADIOR* que entrenan diversas funciones cognitivas (Baquero et al., 2022; Liu et al., 2022), también han resultado eficaces para mejorar funciones ejecutivas.

La evidencia metaanalítica de RCT también respalda la eficacia del ECC en personas mayores sanas, aunque se señala la influencia del efecto techo en esta población y la heterogeneidad en las intervenciones realizadas en cuanto a su duración e intensidad (Gates et al., 2020;

Hu et al., 2019; Lampit et al., 2014; Nguyen et al., 2019; Tetlow y Edwards, 2017; Toril et al., 2014). Lampit y cols. (2014) (52 estudios revisados) y Nguyen y cols. (2019) (64 estudios revisados), encontraron que los ECC son eficaces para mejorar la memoria verbal y no verbal, la memoria de trabajo, la velocidad de procesamiento y las habilidades visuoespaciales. Otros estudios que incluyeron menor cantidad de trabajos revisados como el de Bonnechère y cols. (2020) (16 estudios) también confirman mejoras en estas áreas. En el caso de, Tetlow y Edwards (2017) (20 estudios) y Gates y cols. (2020) (8 estudios), observaron mejoras en velocidad de procesamiento, memoria espacial y atención en el primer caso y funcionamiento cognitivo global y memoria episódica en el segundo caso. Metaanálisis centrados exclusivamente en videojuegos evidenciaron mejoras significativas con efectos de pequeño a moderado en tiempo de reacción, atención, memoria, cognición global y velocidad de procesamiento (Toril et al., 2014 [20 estudios]; Yang et al., 2021b [47 estudios]; Yu y Chan (2021) [31 estudios], señalando la importancia de los aspectos de adaptabilidad y usabilidad a esta población, pues en la mayoría de ellos se incluían videojuegos comerciales y no estaban diseñados para población mayor.

Hu y cols. (2019) aportan evidencia metaanalítica (12 estudios) sobre la eficacia del ECC en personas con DCS, informando de mejoras en las funciones cognitivas (especialmente en memoria) con efectos en DCS que casi duplicaban los observados en DCL, concluyendo que el ECC podría ser más efectivo en etapas más tempranas del continuo de deterioro. No obstante, se necesitan más estudios que analicen la eficacia del ECC en personas con DCS para profundizar en sus posibles beneficios en esta etapa.

En relación con la eficacia del ECC en las personas con DCL, tanto metaanálisis (18 estudios) que incluyeron estudios que analizaron la eficacia de plataformas de ECC (Zuschneegg et al., 2023) como metaanálisis (35 estudios) que analizaron la eficacia de *exergames* (Chan et al., 2024a) concluyeron que las personas participantes obtenían beneficios en varios dominios cognitivos: memoria, memoria de trabajo, atención, concentración, velocidad de procesamiento y funcionamiento ejecutivo. Zhang y cols. (2019b) también concluyeron en su metaanálisis beneficios similares. En este caso incluyeron dos estudios (18%) que analizaron la eficacia de videojuegos, pero no suponía una muestra suficiente para comparar su eficacia con el resto de programas de ECC.

En personas con demencia leve o moderada, los metaanálisis son escasos y con un menor número de estudios analizados. Zuschneegg y cols. (2023) que tan solo analizan 6 estudios no encuentran resultados significativos, pero sí tendencias de mejora en la memoria. Tanto metaanálisis (9 estudios) que incluyeron estudios que analizaron la eficacia de plataformas de ECC (Chan et al., 2024b) como metaanálisis (10 estudios) que analizaron la eficacia de *exergames* (Zhao et al., 2020) concluyeron que, en general, estas intervenciones mejoran las funciones cognitivas y físicas de personas mayores con demencia. Por otro lado, Hill y cols. (2017) (11 estudios) hallaron efectos estadísticamente significativos en la cognición global y en las habilidades visuoespaciales, pero estos resultados se basan en tres estudios que usaron ECC que favorecía más la inmersión o eran más atractivos (e.g., realidad virtual).

En resumen, existe un elevado consenso acerca los efectos positivos del ECC, especialmente en funciones ejecutivas (Basak et al., 2008; Hardy et al., 2015; Nouchi et al., 2012; Peretz et al., 2011; Wu et al., 2023) y en distintos dominios de la memoria, sobre todo las etapas normativas y DCL del continuo de deterioro.

En la mayor parte de las investigaciones, los beneficios suelen evaluarse inmediatamente después de la intervención y pocos estudios incluyen un seguimiento prolongado (Bonnechère et al., 2020; Gates et al., 2020; Hill et al., 2017; Lampit et al., 2014; Li et al., 2022; Yang et al., 2021b). En los casos en los que se contempla ese seguimiento, este suele ser menor a 6 meses o incluso a 3 meses, observando que los beneficios se van desvaneciendo en ausencia de

práctica. En esta línea, Zuschnegg y cols. (2023) destacaron que solo uno de los estudios revisados en su metaanálisis, en el que participaron 12 personas con demencia, incluía un seguimiento a 12 meses. Los resultados evidenciaron que los beneficios no se mantenían. Por otro lado, en el metaanálisis de Nguyen y cols. (2019), 16 estudios de 64 (25%) incluyeron seguimiento en participantes cognitivamente sanos/as en un rango de 1 a 12 meses, y observaron que los beneficios se mantenían. Otros estudios resaltan que los beneficios se mantienen sobre todo cuando las personas con deterioro disponen de sesiones de refuerzo (Chan et al., 2024b).

La evidencia sobre transferencia de las mejoras obtenidas en las tareas de entrenamiento a otros dominios no entrenados o a contextos funcionales más amplios, es limitada y continúa siendo uno de los retos del ECC. Gran parte de las investigaciones señalan que los beneficios suelen restringirse a tareas muy similares a las entrenadas (transferencia cercana) y que no hay evidencia sólida de transferencia lejana o generalización (Bonnechère et al., 2020; Gates et al., 2020; Toril et al., 2014; Zuschnegg et al., 2023). Tetlow y Edwards (2017), observaron generalización de los beneficios producidos a partir del ECC con distintos programas de ECC en relación con medidas autoinformadas de funcionamiento de la vida diaria, pero no en pruebas de rendimiento objetivo. Nguyen y cols. (2019) analizaron los efectos de ECC centrados en funciones ejecutivas observando un efecto pequeño pero significativo en tareas similares a las entrenadas y en tareas distintas a las entrenadas (memoria) y relevantes para la vida diaria. En un metaanálisis centrado en la eficacia del ECC a través de los videojuegos se señala que los videojuegos de acción y estrategia tienen más probabilidad de generar transferencia lejana debido a que entrenan varias funciones a la vez, son más amenos y motivadores y generan que las personas participantes los usen más (Toril et al., 2014).

Existen varios factores que parecen potenciar la eficacia de los programas de ECC, relacionados con el diseño de la intervención y factores socioemocionales. Entre los factores relacionados con el diseño del programa (frecuencia, duración e intensidad del entrenamiento) se recomienda una distribución de al menos 12 semanas de intervención, con una regularidad de 2-3 sesiones por semana y con una duración de 30-60 minutos por sesión (Chan et al., 2024b; Hu et al., 2019; Lampit et al., 2014; Li et al., 2022; Nguyen et al., 2019). Entre los factores socioemocionales se ha observado que el disfrute (incorporación de factores lúdicos) y la motivación intrínseca favorecen la adherencia, y en consecuencia una mayor consolidación de los beneficios obtenidos. En esta línea, el uso de narrativas y aspectos de gamificación (incorporar recompensas y experiencias inmersivas e interactivas, desafíos progresivos o retroalimentación inmediata) disminuyen el cansancio y favorecen la concentración y la motivación (Toril et al., 2014). Los programas adaptativos (i.e., con ajuste en tiempo real de la dificultad de las tareas al rendimiento de la persona participante), previenen la frustración y el aburrimiento (Lampit et al., 2014). Además, un ambiente agradable, no estresante y con apoyo emocional adecuado de profesionales o iguales (e.g., sesiones grupales) puede incrementar la eficacia de las intervenciones (Hill et al., 2017; Lampit et al., 2014; Toril et al., 2014; Yu y Chan, 2021; Zuschnegg et al., 2023).

Otro factor importante para la valoración de la eficacia del ECC está relacionado con las expectativas en relación con los beneficios esperados después de la intervención. En este sentido, tener expectativas positivas puede influir en el nivel de implicación en la intervención generando percepciones de mejora aun cuando no se observen cambios objetivos (Hill et al., 2017; Tetlow y Edwards, 2017). Incluso, algunos estudios en los que se manipulan las expectativas de eficacia observaron que, aquellos/as en los/as que se inducían expectativas positivas mostraban mayores mejoras cognitivas independientemente del entrenamiento, comparado con aquellos/as en los/as que se inducían expectativas negativas (Denkinger et al., 2021; Parong et

al., 2022). Complementariamente, tener unas buenas expectativas de eficacia puede influir en la motivación, el desempeño y la adherencia al mismo (Gates et al., 2020; Yu y Chan 2021).

Los estudios sobre expectativas de eficacia en población mayor respecto a los programas de ECC, revelan que los/as participantes empiezan con expectativas altas acerca de los beneficios que el entrenamiento podría lograr en su cognición, ya que las personas mayores tienden a mostrar mayores expectativas de mejora de sus dificultades (Ballesteros et al., 2017; Goghari y Lawlor-Savage, 2018; Rabipour, 2018a). No obstante, una vez finalizado el programa, obtienen un resultado menor y su confianza en él disminuye (Ballesteros et al., 2017; Goghari y Lawlor-Savage, 2018; Rabipour, 2018a).

En relación con el papel de la tACS en la mejora de la eficacia de los programas de ECC, la evidencia científica disponible es escasa. Los estudios que analizan esta combinación lo hacen en entornos de laboratorio con tareas digitales muy controladas (diseñadas con el objetivo de evaluar más que de intervenir) y en personas cognitivamente sanas (González-Pérez et al., 2019; Herrmann et al., 2013; Reinhart y Nguyen, 2019). No obstante, algunos estudios piloto que utilizaron tACS combinada con una selección de tareas de entrenamiento cognitivo computarizado informaron de mejoras significativas en cognición global en personas sin deterioro cognitivo (Krebs et al., 2021) y en personas con demencia leve a moderada (Moussavi et al., 2021; Uehara et al., 2025).

6 OBJETIVOS

El objetivo principal de la presente tesis doctoral es diseñar y analizar la eficacia de un videojuego para el ECC de la memoria y de las funciones ejecutivas en personas con DCS y DCL, teniendo en cuenta las preferencias estéticas, argumentales y de diseño de las personas mayores. Para alcanzar este objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- 1) Conocer los intereses y las preferencias respecto a los videojuegos dirigidos a personas mayores.
- 2) Diseñar un videojuego específico para el ECC de memoria y funciones ejecutivas adaptado a las preferencias de las personas mayores.
- 3) Evaluar la adecuación del dispositivo, la usabilidad, los aspectos estéticos y la experiencia emocional experimentada durante el juego en personas mayores con DCS y DCL.
- 4) Analizar la eficacia del videojuego en el rendimiento en memoria y funciones ejecutivas de personas mayores con DCS y DCL, comparando sus efectos con los de otra intervención de ECC (NeuronUP) y con sesiones formativas sobre el uso de herramientas tecnológicas.
- 5) Conocer las expectativas de eficacia del videojuego y del resto de propuestas de intervención consideradas (i.e., NeuronUP, formación en TIC) en la mejora del rendimiento cognitivo de las personas mayores con DCS y DCL.
- 6) Explorar el posible efecto combinado del videojuego y la intervención simultánea de tACS en la mejora de la memoria y de las funciones ejecutivas en personas mayores con DCS y DCL.

7 METODOLOGÍA GENERAL

En esta sección se proporciona una descripción de los métodos y procedimientos utilizados para llevar a cabo la presente investigación. Se abordan el proceso de selección y las características de las muestras, así como los instrumentos, materiales y técnicas que se emplearon para la recolección y análisis de datos, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos.

La investigación se completó a lo largo de tres fases interdependientes descritas en tres estudios:

- 1) Estudio 1: Preferencias estéticas y argumentales. En este estudio se exploraron las preferencias de personas mayores a través de un grupo focal y cuestionarios sobre el uso de tecnologías (incluyendo videojuegos), así como sus preferencias en cuanto a características estéticas (personajes, escenarios), argumentales (la trama) y de diseño (interfaz) del videojuego. Este primer estudio sirve al objetivo de conocer los intereses y las preferencias de la población objeto de estudio (objetivo específico 1) para el codiseño del videojuego (objetivo específico 2).
- 2) Estudio 2: Interacción de usuario/a con el videojuego. En este estudio se analizaron aspectos como la adecuación del dispositivo, la usabilidad, la intención de uso, así como su atractivo estético y las emociones experimentadas durante su uso en personas mayores con DCS y DCL con el prototipo del videojuego (objetivo específico 3).
- 3) Estudio 3: Estudio piloto de eficacia del videojuego. Se realizó un estudio piloto experimental para conocer, de modo preliminar, la eficacia del videojuego en el ECC de la memoria y las funciones ejecutivas de personas mayores con DCS y DCL, así como la percepción de su efectividad en términos de expectativas de eficacia. A través de un diseño RCT se compararon los efectos del videojuego con una intervención de ECC tradicional (i.e., NeuronUP) y un grupo de control activo, así como sus efectos combinados con tACS (objetivos específicos 4, 5 y 6).

7.1 ESTUDIO 1. PREFERENCIAS ESTÉTICAS Y ARGUMENTALES

7.1.1 Participantes

Se reclutaron 13 personas participantes voluntarias vinculadas a centros de formación continua, como el programa de Psicología del IV ciclo de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) y la Asociación Cultural Galega de Formación Permanente de personas Adultas (ATEGAL). Todas las personas participantes residían en la comunidad. El rango de edad de las personas participantes varió entre los 50 y los 87 años (Media = 74,3 años; DT = 10,15) y su nivel educativo medio era de 10 años de escolarización (DT = 8,34). Específicamente, el 15,4% tenía estudios primarios, el 15,4% estudios secundarios y un 69,2% estudios universitarios. En cuanto a la distribución por sexo, 9 (69,2%) eran mujeres y 4 (30,8%) hombres. Estos/as participantes formaron parte de un grupo focal diseñado para explorar sus preferencias sobre aspectos estéticos del fondo, los personajes, y la trama y género de los videojuegos.

Este grupo estaba formado por participantes con un perfil heterogéneo en cuanto a la frecuencia de uso de las TIC: un 30,8% declaraba usarlas muy frecuentemente, otro 30,8% frecuentemente, y el 30,8% restante, nunca. En lo que respecta a los videojuegos se evidencia una mayor uniformidad entre los/as que declaraban algún uso de TIC, ya que más de la mitad de las personas participantes (53,8%) nunca había jugado, mientras que casi una cuarta parte (24,1%)

tenía experiencia con varios juegos y el resto (23,1%) sólo había jugado muy de vez en cuando o rara vez. Solo dos participantes mencionaron un uso frecuente de videojuegos.

Muchos/as comentaron que disfrutaban de pasatiempos clásicos como sudokus, sopas de letras o solitarios, ya fuese en papel o en sus teléfonos móviles. Algunos/as también mencionaron utilizar juegos como *Farms Heroes Saga* o *Candy Crush*, valorando sobre todo su simplicidad y capacidad de entrenamiento. Por otro lado, aquellas personas que no suelen jugar manifestaron sentirse incómodos/as con las nuevas tecnologías por no estar habituadas a usarlas, por no saber utilizarlas correctamente o porque no les gustan. Sin embargo, varios/as admitieron que en ocasiones utilizaban dispositivos digitales con sus nietos/as, aunque nunca por iniciativa propia ni en solitario. Se manifestó una clara preferencia hacia juegos digitales con interfaces y tareas fáciles, visualmente atractivos, con narrativas sencillas y cercanas a situaciones reales, así como escenarios y avatares cotidianos y reconocibles. Valoraron positivamente la posibilidad de jugar con otras personas y que el videojuego estimule sus capacidades cognitivas además de entretener y divertir.

7.1.2 Instrumentos

El estudio sobre las preferencias estéticas y argumentales previas al diseño del videojuego se llevó a cabo a través de un grupo focal. Se obtuvo información, por un lado, del perfil de las personas participantes, y por otro de manera más específica de sus opiniones sobre diferentes alternativas estéticas y argumentales posibles.

En primer lugar y a través de debates guiados, se abordaron diversos temas mediante preguntas abiertas, orientadas a explorar su familiaridad previa con dispositivos digitales y videojuegos, los motivos de quienes no los habían utilizado, y la tipología y género de juegos preferidos por las personas que sí lo habían hecho. Se analizaron las creencias sobre cómo los videojuegos pueden ayudar a entrenar la cognición, las preferencias de contenido y las preferencias sobre el tipo de interacción e interfaz para el manejo de videojuegos. Además, se indagó sobre el interés y aceptación de opciones estéticas y argumentales, la disposición a utilizar una herramienta que combinara diversión, entretenimiento y estimulación cognitiva, y la percepción sobre la utilidad de incluir retroalimentación sobre el progreso y el rendimiento dentro del juego. Las personas participantes compartieron libremente sus opiniones y preferencias sobre los aspectos estéticos y argumentales sugeridos.

Se pidió a los/as participantes que completaran un cuestionario diseñado *ad hoc* ([Apéndice IV](#)), con el propósito de registrar de forma precisa sus opiniones, creencias y expectativas respecto al uso de tecnologías digitales y videojuegos mediante diversas preguntas con distintos tipos de respuesta y codificación.

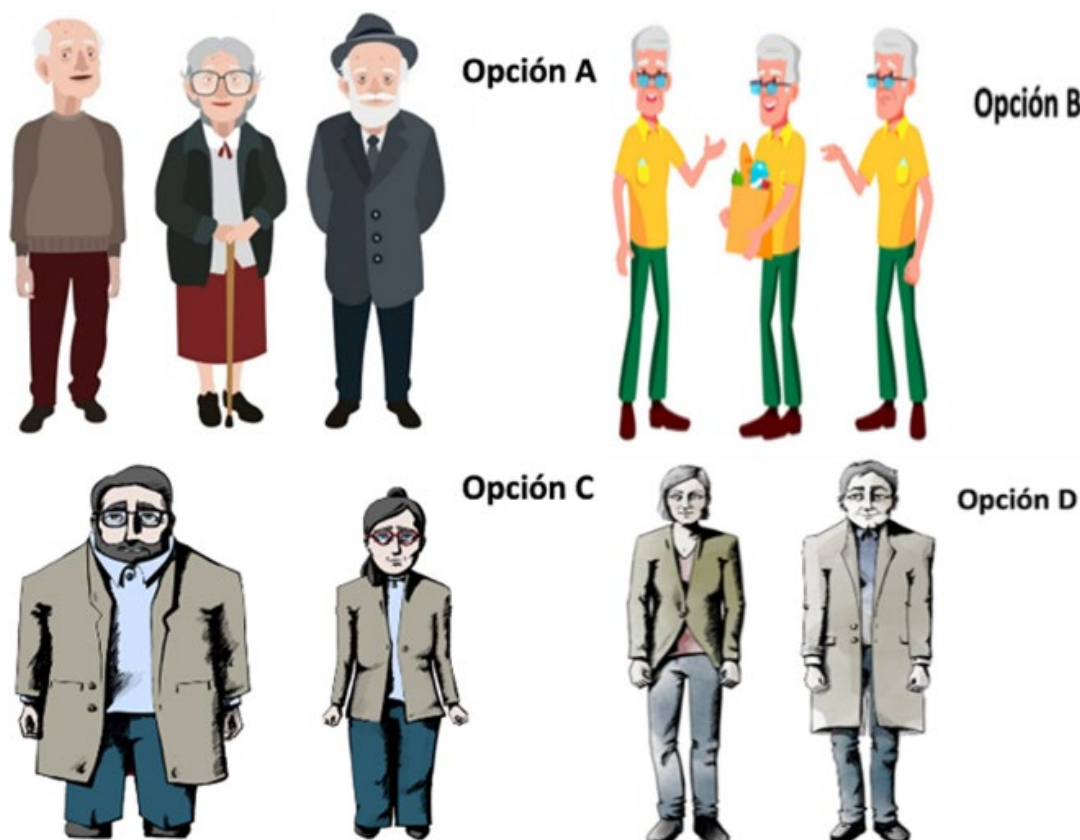
Específicamente se exploraron las preferencias sobre cuatro alternativas estéticas diferentes, tanto para el fondo (Figura 2) como para los/as avatares (Figura 3) del futuro videojuego.

Figura 2

Alternativas de preferencias estéticas para fondos del videojuego



Los cuatro fondos que se presentaron tienen características distintas en cuanto al estilo visual, realismo, complejidad de los detalles y uso del color. El Fondo A se distingue por su estilo *cartoon* realista, con formas bien definidas, proporciones equilibradas, colores vivos y una iluminación clara y uniforme, además de detalles visuales moderados que representan objetos cotidianos. El Fondo B se aleja del estilo *cartoon* y opta por un enfoque realista en 3D (tres dimensiones), utilizando colores neutros y apagados, con una iluminación suave y un alto nivel de detalle. El Fondo C destaca por su estilo *cartoon* realista, de carácter más juvenil, colorido y alegre, con formas redondeadas, alta carga decorativa y detalle. Finalmente, el Fondo D presenta un estilo *cartoon* figurativo, con formas simples, contornos bien definidos, proporciones exageradas, y un uso de colores planos y armoniosos, mostrando una representación estilizada sin perder la referencia a objetos reales.

Figura 3*Alternativas de preferencias estéticas para avatares del videojuego*

En cuanto a las alternativas de avatar presentadas, varían en aspectos como el estilo visual, el nivel de detalle, la representación de la edad, la vestimenta y el uso de color. El prototipo A adopta un estilo *cartoon* clásico, con colores planos y sin gradientes ni sombras. Los personajes masculinos y femeninos se corresponden con una representación tradicional y estereotipada de las personas mayores. El prototipo B transmite una imagen más moderna, estilizada y dinámica con colores vivos y brillantes, que representa la realidad deformada. El prototipo C introduce un estilo más realista con reminiscencias a la adultez media, pero con proporciones alteradas, líneas definidas y un sombreado ligero que añade profundidad y volumen, y cierto dramatismo. Finalmente, el prototipo D presenta un diseño semejante al anterior pero más realista, con una representación corporal más proporcionada que transmite una imagen más madura, sin elementos asociados con el estereotipo de apariencia física de persona mayor.

7.1.3 Procedimiento

El estudio sobre las preferencias de fondos y avatares previamente descritos, así como el nivel de aceptación de la trama argumental, fueron analizados antes de iniciar el diseño del videojuego a través de un grupo focal, guiado por una persona experta moderadora y con la presencia de un/a observador/a de apoyo.

El grupo focal compuesto por personas mayores se reunió en una sesión que duró aproximadamente 90 minutos. Esta sesión consistió en un debate guiado con preguntas abiertas y en la cumplimentación de un cuestionario. Las opiniones de las personas participantes fueron grabadas para un análisis posterior (véase una transcripción y codificación de muestra en el

[Apéndice V](#)). El Estudio 1 permitió la identificación de elementos clave para el diseño de un videojuego adaptado a las preferencias estéticas, necesidades de los/as usuarios/as e intereses narrativos.

7.1.4 Análisis Estadísticos

Se realizaron cálculos de frecuencias para examinar las elecciones de los grupos en relación con sus preferencias estéticas sobre los fondos y avatares propuestos, así como sus opiniones sobre aspectos de planificación del diseño del videojuego.

7.2 ESTUDIO 2. INTERACCIÓN DE USUARIO/A CON EL VIDEOJUEGO.

7.2.1 Participantes

El estudio sobre la experiencia e interacción con el videojuego se llevó a cabo con 19 participantes diagnosticados/as con DCS y DCLS reclutados/as de manera incidental a partir de la muestra del CompAS, un estudio diseñado para identificar marcadores tempranos de demencia que incluía personas reclutadas por profesionales de la atención primaria. El rango de edad de las personas participantes varió entre los 54 y 78 años (Media = 65,52 años; DT = 6,39) y su nivel educativo medio era de 10,47 años de escolarización (DT = 4,38). Específicamente, el 10,5% tenía estudios básicos, el 26,3% estudios primarios, el 21,1% estudios secundarios y un 42,1% estudios universitarios. En cuanto a la distribución por sexo, 14 (73,7%) eran mujeres y 5 (26,3%) hombres. Ocho de esas personas tenían diagnóstico de DCL (5 mujeres, edad media = 68,8 [DT = 5,01], rango de edad 64-74), mientras que 11 no presentaban deterioro cognitivo (9 mujeres, edad media = 62,3 [DT = 5,4], rango de edad 54-71).

El perfil de las personas participantes del Estudio 2 en cuanto a la frecuencia de uso de los videojuegos se distribuía de la siguiente manera: el 47,4% nunca utilizaba videojuegos, mientras que un 26,3% lo hacía de manera muy ocasional. Solo un 26,3% declaró usarlos al menos una vez por semana. En cuanto a los dispositivos tecnológicos predilectos o de uso más frecuente para jugar, el smartphone fue el más utilizado (42,5%), seguido por la tableta (26,3%) y los ordenadores portátiles y de sobremesa, ambos con un 21,1%. La videoconsola fue el dispositivo menos elegido (5,3%). En cuanto a la finalidad de uso de los videojuegos, los/as participantes declararon que los usaban principalmente para entrenar la memoria y otras funciones cognitivas (73,7%). Las finalidades relacionadas con entretenimiento (47,4%) o las relaciones sociales (31,6 %) estuvieron también entre las opciones más elegidas.

7.2.2 Instrumentos

En el marco del estudio de interacción de usuario/a con el videojuego, se diseñaron y aplicaron dos cuestionarios. El primero de ellos, destinado a definir el perfil de las personas participantes del estudio ([Apéndice VI](#)) recopiló información sobre la familiaridad, el uso y la aceptación de las tecnologías digitales y los videojuegos en particular, para analizar las actitudes y experiencia tecnológica previa. El cuestionario incluyó preguntas diversas con distinta tipología de respuesta y codificación. Contemplaba preguntas sociodemográficas, como sexo, edad, nivel educativo y situación laboral actual. También se incorporaron preguntas sobre hábitos de participación en actividades relacionadas con el EC, especialmente talleres de memoria. Se evaluaron los hábitos tecnológicos de las personas, incluyendo la frecuencia de uso de dispositivos electrónicos y videojuegos, los tipos de dispositivos utilizados y la finalidad de uso (e.g., entretenimiento, comunicación, estimulación de la memoria u otras funciones cognitivas). También se preguntó por su percepción acerca de la utilidad de la tecnología para mejorar la memoria y las funciones cognitivas.

Los aspectos del videojuego *Tras la huella del tiempo* relacionados con la adecuación del dispositivo, usabilidad, intención de uso y atractivo estético (véase cuestionario en [Apéndice VII](#)) fueron evaluados a través de la adaptación del cuestionario Technology Acceptance Model (TAM; Davis, 1989). El cuestionario incluyó preguntas con un formato de respuesta tipo Likert de cinco puntos cuyas opciones variaban en función de las preguntas. La información recogida estaba relacionada con la experiencia de juego, evaluando aspectos como la facilidad de uso, la interacción táctil, la claridad de las instrucciones, o la adecuación del dispositivo. También se incluyeron ítems sobre la agradabilidad de elementos de diseño (como la música y los personajes), la motivación para jugar, las preferencias en las condiciones de juego (i.e., de forma autónoma o con apoyo) y la intención de utilizar programas similares en el futuro.

Complementariamente se evaluó la respuesta emocional durante el uso del videojuego mediante el módulo central del Game Experience Questionnaire (GEQ; Ijsselstein et al., 2013) (véase el cuestionario en [Apéndice VIII](#)), una herramienta utilizada en estudios previos para evaluar las experiencias de las personas usuarias en juegos digitales (Johnson et al., 2018; Law et al., 2018; Poels et al., 2007). Este cuestionario proporciona una evaluación completa de los aspectos emocionales y de la interacción de usuario/a con el videojuego. Consta de 33 preguntas cuyas respuestas se registran a través de una escala Likert de cinco puntos (nada/en absoluto = 0 puntos; extremadamente = 5 puntos). El GEQ evalúa siete dimensiones clave de la experiencia del usuario/a con los videojuegos: a) competencia: evalúa el sentimiento de eficacia, habilidad y capacidad a través de ítems como sentirse competente, exitoso/a, hábil, bueno/a con el juego y rápido/a en alcanzar objetivos; b) inmersión: evalúa el grado en que las personas se sienten absorbidas por el juego, y este logra captar su atención y ofrecer una experiencia inmersiva a través de preguntas sobre el interés por la historia, la estética, la imaginación, la sensación de exploración y la vivencia del juego como algo impresionante o enriquecedor; c) *flow*: evalúa el grado de concentración y la sensación de perder la noción del tiempo experimentados a través de preguntas sobre la sensación de inmersión, concentración, o desconexión con el mundo exterior; d) tensión: evalúa la presencia de sentimientos negativos relacionadas con el juego a través de preguntas sobre la experimentación de sentimientos de presión, irritación, molestia o frustración; e) desafío: analiza si las personas participantes perciben el juego como exigente pero estimulante a través de ítems que hacen referencia a la sensación de desafío, dificultad, esfuerzo requerido y presión por el tiempo; f) afecto negativo: evalúa la presencia de sentimientos desagradables como aburrimiento, cansancio, malhumor o distracción mental (pensar en otras cosas); y g) afecto positivo: evalúa la presencia de sentimientos agradables relacionados con el disfrute del juego, como la felicidad, la diversión, la satisfacción o sentirse bien.

7.2.3 Procedimiento

Para obtener información sobre la interacción con el videojuego, cada participante era sometido/a a una sesión individual de 90 minutos y, posteriormente, en una sesión adicional de 30 minutos cumplimentaba los cuestionarios de forma individual y anónima. Los resultados obtenidos en esta fase sirvieron para conocer el grado de aceptación y adecuación del videojuego *Tras la huella del tiempo*. Estas sesiones tuvieron lugar en la Unidad de Psicoxerontología de la Universidade de Santiago de Compostela, y la evaluación fue realizada por investigadoras (psicólogas) que formaban parte del grupo de investigación Neurociencia Cognitiva Aplicada e Psicoxerontología (NeuCogA-Aging; 1807-USC).

7.2.4 Análisis Estadísticos

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando la versión 29.0 del SPSS. Se realizaron cálculos de frecuencias para analizar la información sobre la experiencia previa de

las personas participantes con dispositivos electrónicos y videojuegos, así como los soportes electrónicos que utilizan con más frecuencia para jugar, y su valoración general de la experiencia con el juego. También se analizaron las posibles diferencias en la experiencia de juego en función del sexo, la educación (i.e., estudios básicos, primarios, secundarios y universitarios) y el estado cognitivo (i.e., DCS y DCL) utilizando las pruebas Chi-cuadrado, Mann-Whitney y Kruskal-Wallis.

7.3 ESTUDIO 3. ESTUDIO PILOTO SOBRE LA EFICACIA DEL VIDEOJUEGO *TRAS LA HUELLA DEL TIEMPO*

7.3.1 Participantes

Para llevar a cabo el estudio preliminar sobre la eficacia del videojuego *Tras la huella del tiempo* se partió de una muestra inicial de 180 sujetos (91 con DCS y 89 con DCL) que formaban parte del CompAS. Los criterios de inclusión de las personas participantes fueron los siguientes: a) tener 50 o más años; b) no estar institucionalizados/as; c) no tener diagnóstico previo de demencia; d) no presentar trastornos neurológicos o psiquiátricos; e) no tener lesiones o secuelas traumáticas graves u otras condiciones que dificultaran la evaluación o intervenciones; y f) no tener antecedentes de abuso de consumo sustancias psicotrópicas, incluido el alcohol.

Estas personas fueron aleatorizadas considerando su diagnóstico (DCS y DCL) y asignadas por este procedimiento a los dos grupos experimentales y al grupo de control activo (véase la sección 7.7.3).

La muestra final del estudio piloto estuvo compuesta por 53 participantes debido a la pérdida provocada por la coincidencia con la pandemia por COVID-19 (véase la sección 7.3.3). Las características sociodemográficas de las personas participantes se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1

Características sociodemográficas de los/as participantes del estudio sobre eficacia

Grupo	GE-Videojuego	GE-NeuronUp	GC-activo
N	19	23	11
Edad (media y DT)	65,52 (6,39)	69,22 (7,12)	67,00 (6,7)
Sexo (%)			
Hombres	26,3%	21,7%	54,5%
Mujeres	73,7%	78,3%	45,5%
Etapas del continuo (%)			
DCS	57,9%	65,2%	54,5%
DCL	41,1%	34,8%	45,5%
Escolarización (media y DT)	10,5 (4,4)	10,52 (5,6)	11,91 (5,0)
Nivel de estudios			
Básicos	10,5%	8,7%	0%
Primarios	26,3%	34,8%	27,3%
Secundarios	21,1%	30,4%	36,4%
Universitarios	42,1%	26,1%	36,4%
tACS Real	47,4%	52,6%	0%

Nota. GE = grupo experimental; GC-activo = grupo control-activo; DT = desviación típica; DCS = declive cognitivo subjetivo; DCL = deterioro cognitivo ligero; tACS = transcranial alternating current stimulation (estimulación eléctrica transcraneal por corriente alterna).

7.3.2 Instrumentos

A continuación, se describen los instrumentos de evaluación previa y posterior a la intervención utilizados en el estudio piloto sobre eficacia. Adicionalmente, se describen los materiales empleados en la intervención por ECC y tACS.

A) Medidas de Memoria

1. Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ; Smith et al., 2000; versión española PRMQ-S de González-Ramírez y Mendoza-González, 2011): se trata de un cuestionario autoinformado para evaluar la memoria prospectiva y retrospectiva en la vida cotidiana. El instrumento consta de 16 ítems (8 que evalúan fallos de memoria prospectiva y 8 que evalúan fallos de memoria retrospectiva), a los que se responde por medio de una escala Likert de 5 puntos (1=casi siempre; 5=nunca). Se trata de un instrumento breve que se completa en aproximadamente 5 o 10 minutos. Crawford y cols. (2003) analizaron la fiabilidad de la escala original, obteniendo un alfa de Cronbach de 0,92 para el total de la escala, 0,87 para la escala prospectiva, y 0,83 para la escala retrospectiva. La versión española confirma unas excelentes propiedades psicométricas, obteniendo valores de consistencia interna de 0,89 para el total de la escala, 0,84 para la escala prospectiva, y 0,76 para la escala retrospectiva. La fiabilidad test-retest tanto para el total de la escala ($r = 0,81$) como para cada una de las escalas (prospectiva: $r = 0,78$; retrospectiva: $r = 0,80$) fue buena (González-Ramírez y Mendoza-González, 2011). Se calculó la puntuación total teniendo en cuenta conjuntamente los ítems de memoria prospectiva y retrospectiva (rango de 0 a 80). Puntuaciones más bajas indican una mayor frecuencia de fallos de memoria y valores más altos una mejor percepción del funcionamiento de la misma.
2. Screening for Cognitive Impairment in Psychiatry (SCIP-S; Purdon, 2005; versión española de Pino et al., 2006): esta prueba mide memoria episódica a través de una tarea verbal en la que las personas participantes deben recuperar una lista de palabras mediante evocación libre y proporciona tres listas alternativas de gran utilidad para situaciones en las que se deben realizar evaluaciones repetidas, minimizando efectos de aprendizaje. Se administra en aproximadamente 10-15 minutos y las puntuaciones recogen el número de palabras recordadas correctamente. Gómez-Benito y cols. (2013) encuentran valores adecuados ($> 0,70$) de consistencia interna y de fiabilidad test-retest. Las puntuaciones totales en la evocación verbal libre, tanto inmediata como diferida, se obtienen a partir del número de palabras correctamente recordadas por el/la participante. El rango de puntuación para la evocación libre inmediata va de 0 a 30, y para la evocación verbal diferida de 0 a 10. A mayor puntuación, mejor es el rendimiento en la memoria verbal.
3. Miami Prospective Memory Test (MPMT; Loewenstein y Acevedo, 2004): este instrumento mide la memoria prospectiva basada en tiempo y eventos, en la que el/la participante debe identificar y responder a una señal externa (alarma) y realizar una acción indicada previamente tras un intervalo de 30 minutos (i.e., coger un sobre que contiene monedas y billetes de diferentes importes y repartir las cantidades según lo indicado). La tarea incluye tres dominios: a) intención de responder (i.e., recordar que sonará una alarma tras 30 minutos realizando otra actividad); b) precisión de la respuesta (i.e., recordar la tarea a realizar al sonar la alarma); y c) necesidad de recordatorios. Cada dominio tiene una puntuación de 0 a 3 puntos, donde una mayor puntuación indica un mejor rendimiento. Cardenache y cols. (2014) informaron de valores moderados de fiabilidad test-retest del MPMT (0,55/0,65) y validez discriminante adecuada en la diferenciación del DCL amnésico y el grupo no-amnésico o control sano. La puntuación total recoge la ejecución en los dominios de intención de responder, precisión de la respuesta y necesidad de recordatorios. A puntuaciones más altas, mejor funcionamiento de la memoria prospectiva.
4. Test de Alteración de la Memoria (T@M; Rami et al., 2010): instrumento utilizado para la

valoración del funcionamiento mnémico global. Desarrollado en España, consta de 50 ítems distribuidos en cinco subpruebas: orientación temporal (5 ítems), memoria inmediata (10 ítems), memoria remota (15 ítems), recuerdo libre (10 ítems) y recuerdo con claves (10 ítems). Cada respuesta correcta suma un punto, con un máximo de 50 puntos, y se administra en aproximadamente 5 minutos. Aunque el T@M evalúa principalmente aspectos relacionados con la memoria y la orientación temporal, se utiliza como instrumento de cribado cognitivo, dada su alta sensibilidad (0,96) y especificidad (0,70) para la detección de DCL y EA en fases tempranas (Carnero-Pardo et al., 2019; Rami et al., 2010). Además, ha mostrado buenos valores de consistencia interna (0,79) y validez concurrente (0,79) (Custodio et al., 2017). En este estudio, se empleó la puntuación total como variable dependiente y el rango va de 0 a 50, siendo las puntuaciones más altas las que indican un mejor funcionamiento cognitivo.

B) Medidas de Funciones Ejecutivas

5. Torre de Hanoi (Ahonniska et al., 2000): la tarea de Torre de Hanoi se utilizó para medir la capacidad de planificación y de resolución de problemas. En ella, las personas participantes deben mover discos de diferentes tamaños entre varillas siguiendo ciertas reglas (i.e., solo se permite mover un disco cada vez, no se permite colocar un disco pequeño debajo de uno mayor, los discos deben estar siempre colocados en alguna varilla y únicamente puede moverse el disco que se encuentre en la parte superior de la varilla), completando siete ensayos (uno de entrenamiento con dos discos y seis de prueba con tres y cuatro discos). La tarea de la Torre de Hanoi presenta valores adecuados de fiabilidad y validez convergente con la Torre de Londres (Humes et al., 1997). Se consideran como medidas de rendimiento el tiempo total necesario para la resolución (en segundos) y el número de movimientos con tres y cuatro discos. El límite establecido para abortar la tarea es de 3 minutos con dos discos, 5 minutos con 3 discos y 10 minutos con 4 discos. Puntuaciones más bajas en ambas variables (i.e., menor tiempo, y menor número de movimientos) indican un mejor rendimiento en funciones ejecutivas.
6. Stop Signal Task (SST; Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery [CANTAB]; Cambridge Cognition Limited, 2012): para medir el rendimiento en control inhibitorio se utilizó el SST incluido en la batería CANTAB (duración aproximada de 15 minutos), donde los/las participantes deben responder atendiendo a la dirección a la que apuntan flechas, e inhibir la respuesta cuando escuchan un pitido. La prueba incluye bloques de práctica y evaluación, y se registra el tiempo de reacción y la precisión en la respuesta. En este estudio, las siguientes métricas fueron utilizadas para evaluar cambios tras la intervención: a) SST errores GO (i.e., número total de ensayos en los que la persona presionó el botón incorrecto respecto a la dirección del estímulo de flecha en un ensayo GO); b) SST errores STOP (i.e., número total de ensayos en los que la persona presionó el botón incorrecto respecto a la dirección del estímulo de flecha en un ensayo STOP); y c) SST TR (i.e., mediana del tiempo de reacción calculada a partir de todos los ensayos GO válidos de la tarea). En las tres medidas, valores más altos representan un peor desempeño.
7. Multitasking Test (MTT; Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery [CANTAB]; Cambridge Cognition Limited, 2012): para medir el rendimiento en control atencional se utilizó el MTT incluido en la batería CANTAB (duración aproximada de 8 minutos), que mide la capacidad de alternar reglas (flexibilidad) y gestionar información contradictoria. Los/las participantes deben responder a estímulos en forma de flechas horizontales que pueden aparecer en cualquiera de los dos lados de la pantalla (derecho o izquierdo) apuntando en cualquiera de las dos direcciones posibles (hacia la derecha o hacia la izquierda). Una señal visual en la parte superior de la pantalla indicará la regla a seguir en cada ensayo. En los primeros 40 ensayos, el/la participante debe emitir la respuesta (pulsar tecla derecha o izquierda) atendiendo a la dirección en la que apunta la flecha, sin variación en la señal visual. En los siguientes 40

ensayos, el/la participante debe emitir la respuesta siguiendo la regla del lado de aparición de la flecha. En los últimos 80 ensayos, la regla será aleatoria, por lo que el/al participante deberá atender a la señal visual y adoptar el criterio de respuesta correspondiente, resolviendo (en ocasiones) el conflicto que provoca la incongruencia entre la regla y los estímulos. Así, los estímulos congruentes coinciden espacialmente en la parte de la pantalla en la que aparecen y la dirección en la que señalan (e.g., flecha en el lado derecho apuntando hacia la derecha), y los incongruentes presentan contradicción en la información espacial asociada a la ubicación del estímulo y la dirección en la que señalan (e.g., flecha en el lado derecho de la pantalla apuntando hacia la izquierda). Se mide la latencia de respuesta y la precisión en las siguientes medidas: MTT total correctas (i.e., número de ensayos en los que el sujeto presionó el botón correcto; calculado sobre el total de ensayos evaluados); MTT total incorrectas (i.e., número de ensayos en los que el sujeto presionó el botón incorrecto; calculado sobre el total de ensayos evaluados); MTT congruentes errores (i.e., número de ensayos en los que el sujeto presionó el botón equivocado; calculado sobre los ensayos congruentes); MTT incongruentes errores (i.e., número de ensayos en los que el sujeto presionó el botón equivocado; calculado sobre los ensayos incongruentes); TR congruentes (i.e., tiempo de reacción desde la aparición del estímulo hasta la pulsación del botón en los ensayos congruentes de todos los bloques evaluados); TR incongruentes (i.e., tiempo de reacción desde la aparición del estímulo hasta la pulsación del botón en los ensayos incongruentes de todos los bloques evaluados). Puntuaciones más bajas en errores cometidos y en latencias de respuesta, y más latas en respuestas correctas denotan mejor capacidad y control atencionales.

C) Medida de Eficacia Percibida de la Intervención

La escala Expectations Assessment Scale (EAS; Rabipour y Davidson, 2015) mide la percepción de eficacia de los ECC, que consta de 12 ítems en una escala Likert de 7 puntos (1 = totalmente ineficaz; 7 = totalmente eficaz) y se administra en aproximadamente 5 minutos. Se consideró el grado de eficacia atribuida por los/as participantes en la evaluación post-intervención. El análisis IRT (Item Response Theory) realizado sobre la escala mostró una alta fiabilidad (0,87) (Rabipour et al., 2018b).

D) Medida de Calidad de Vida

La escala Control, Autonomy, Self-realization and Pleasure (CASP-19; Hyde et al., 2003; versión en español de Frias-Goytia et al., 2025) mide calidad de vida (duración de administración aproximada de 5-10 minutos). Consta de 19 ítems a los que se responde con una escala tipo Likert de 4 puntos: 1 = nunca; 2 = pocas veces; 3 = a veces; 4 = con frecuencia). Los ítems 1, 2, 4, 6, 8 y 9 se puntúan en sentido inverso, y el rango de puntuaciones oscila entre 19 y 76 puntos. Las puntuaciones más altas indican mejor calidad de vida. El CASP-19 ha mostrado tener una buena consistencia interna ($\alpha = 0,87$) (Wiggins et al., 2008), validez convergente ($r = 0,70$) y fiabilidad temporal ($CCI = 0,86$) (Stoner et al., 2018).

E) Medida de Funcionalidad

El Amsterdam IADL Questionnaire-Short Version (A-IADL-Q-SV; *Instrumental Activities of Daily Living*; Jutten et al., 2017; versión española de Facal et al., 2018) mide las dificultades en AIVD en población en riesgo de deterioro cognitivo. Este instrumento consta de 30 ítems organizados en 8 categorías (hogar, administración, trabajo, uso del ordenador, tiempo libre, electrodomésticos, transporte y otras actividades) en los que una persona informante da cuenta sobre el estado funcional de la persona participante en aproximadamente 10-15 minutos. Este instrumento presenta consistencia interna (0,98), concordancia con la versión original (0,97) y validez concurrente (0,87) elevadas, además de correlaciones altas con las puntuaciones del Mini-Mental State Examination (0,72) (Bruderer-Hofstetter et al., 2020; Facal et al., 2018; Jutten et al., 2017). En nuestro estudio, las preguntas del instrumento en su versión post-

intervención se adaptaron para que la persona informante pudiese dar su opinión sobre posibles cambios evidenciados en la persona en el período de participación en el estudio. Se utilizó la puntuación total como variable dependiente, donde valores más altos indican un mejor funcionamiento en actividades instrumentales (i.e., menor dificultad en la realización de actividades cotidianas).

F) Medida de Síntomas Psicológicos y Conductuales

Mild Behavioral Impairment Checklist (MBI-C; Ismail et al., 2017; versión en español de Agüera-Ortiz y Álvarez, 2017): los síntomas psicológicos y conductuales se evaluaron con el MBI-C, que incluye 34 ítems y 5 dominios: disminución de la motivación (6 ítems), desregulación afectiva (6 ítems), descontrol de impulsos (12 ítems), inadecuación social (5 ítems) y pensamiento anómalo (5 ítems). Las respuestas son dicotómicas (“Sí” o “No”), seguidas de una escala de gravedad (1 = leve; 3 = severa/grave). Es un instrumento breve que puede completarse en 8 o 10 minutos aproximadamente y presenta alta validez en la identificación de deterioro cognitivo a lo largo del continuo (Hu et al., 2022; Mallo et al., 2018, 2019). La puntuación total se calcula sumando la severidad de todos los ítems marcados como “Sí”, generando un rango de 0 a 102. Valores más altos indican mayor presencia de síntomas neuropsiquiátricos. En este estudio, se adaptaron las preguntas del instrumento en su versión post-intervención para que el/la informante pudiese dar su opinión sobre posibles cambios evidenciados en la persona en el período de participación en el estudio.

G) Otras medidas:

Geriatric Depression Scale (GDS-15; Sheikh y Yesavage, 1986; versión española de Martínez de la Iglesia et al., 2002): los síntomas afectivos fueron evaluados utilizando esta escala de uso común en población mayor. Consta de 15 preguntas de respuesta dicotómica (Si = 1; No = 0). Una puntuación más alta sugiere una mayor presencia y/o intensidad de síntomas depresivos. La puntuación total varía entre 0 y 15, y valores que superan 10 indican una sintomatología depresiva leve. Es una herramienta breve (se puede completar en 5-7 minutos aproximadamente) que ha mostrado ser válida y fiable en población adulta mayor española: alta fiabilidad intraobservador (índice Kappa ponderado = 0,95) y consistencia interna excelente, con un valor KR-20 de 0,99 (Martínez de la Iglesia et al., 2002).

H) Materiales

1. NeuronUP (<https://neuronup.com/>): es una plataforma digital de rehabilitación y estimulación cognitiva utilizada por profesionales (en formato presencial o a distancia) que proporciona material estructurado, estandarizado y adaptable para la intervención en pacientes con alteraciones cognitivas. Incluye actividades y juegos dirigidos a trabajar funciones cognitivas (en población adulta e infantil), permite personalizar programas según el perfil de la persona, ofrece un seguimiento del rendimiento, gráficos de evolución y ajustes dinámicos del nivel de dificultad. En este estudio se seleccionaron tareas relacionadas con memoria y funciones ejecutivas.
2. *Tras la huella del tiempo* (<http://traslahuelladeltiempo.com/>): es un videojuego inmersivo de tipo aventura narrativa en el que las actividades de entrenamiento se integran dentro de una línea argumental que dota de sentido y verosimilitud a las actividades que deben ir resolviendo, relacionadas con resolución de puzzles, acertijos, recadando información y/o buscando y utilizando pistas que les ayuden a avanzar en desentrañar el enigma alrededor del cual se desarrolla la historia. El diseño está realizado bajo los supuestos de entretener y entrenar las funciones cognitivas objeto de estudio (i.e., memoria y funciones ejecutivas). El videojuego se diseñó con tres niveles de dificultad, con participación del/a jugador/a en primera persona y libre de contenido violento, sexual o discriminatorio. La duración del juego varía según cada jugador/a, avanzando en los tres niveles de dificultad una vez que se haya superado el anterior. Se consideraron aspectos como el desafío (e.g., niveles de dificultad), la sensación de competencia (e.g.,

objetivos de juego claros y disponibilidad de información y ayudas para evitar situaciones de bloqueo o frustración), contenido significativo (e.g., temáticas relevantes para sus intereses y motivaciones) y retroalimentación adecuada (e.g., retroalimentación inmediata y uso de tutoriales) para fomentar el compromiso de esta población al jugar. El nivel de dificultad varía en virtud de la cantidad de intentos permitidos para alcanzar los objetivos de cada tarea, la densidad y similitud de distractores y el número de elementos a recordar o considerar mentalmente en cada tarea. El videojuego se diseñó siguiendo el principio de aprendizaje sin errores. Para minimizar la posibilidad de intentos fallidos repetidos, se proporciona apoyo (i.e., pistas textuales y/o información clave) después de tres intentos fallidos consecutivos en todas las actividades de entrenamiento. Si el jugador o jugadora continúa teniendo dificultades a pesar de la ayuda, el apoyo se hace progresivamente más informativo con el objetivo de superar la actividad sin dificultad. Además, se incluye un pequeño tutorial al inicio en el que se enseña al/a la jugador/a a moverse por él/ella mismo/a y a interactuar con los objetos.

El dispositivo elegido para jugar fue una tableta de pantalla táctil de 10 pulgadas de tamaño y con sistema operativo Android. Para desarrollar el juego, se utilizaron las siguientes tecnologías: a) el motor comercial Unity3D, que proporciona un entorno de desarrollo multiplataforma de alta calidad y acelera el proceso de desarrollo del juego; y b) software 3ds Max para el modelado 3D. El videojuego permite un desplazamiento lateral para explorar la interfaz o scroll lateral (i.e., el/la jugador/a desliza de izquierda a derecha para ver más contenido y navegar por la escena). Se ha implementado un estilo de *point and click*, de forma que el/la jugador/a interactúa con el escenario moviendo su avatar desde su posición actual hasta el punto en el que ha hecho clic.

Antes de diseñar las actividades de entrenamiento, un grupo de tres psicólogos/as especializados/as en evaluación e intervención cognitiva con personas mayores se reunió para identificar las tareas enfocadas al entrenamiento ejecutivo y de memoria candidatas a incluir en el videojuego. A continuación, se diseñaron y adaptaron las tareas seleccionadas al contexto argumental del videojuego. Las tareas se discutieron con la empresa encargada del software y se ajustaron teniendo en cuenta los aspectos técnicos. Las actividades de entrenamiento se diseñaron para usuarios/as con escasa familiarización con las nuevas tecnologías y los videojuegos. Las tareas se diseñaron para entrenar diversas funciones mnémicas (i.e., memoria episódica, memoria de trabajo, memoria prospectiva y memoria de contexto) y funciones ejecutivas (i.e., planificación, flexibilidad, control atencional y manipulación mental). El videojuego cuenta con cinco escenarios y 30 actividades de EC en los dominios mencionados (véase una descripción más detallada de las actividades de entrenamiento incluidas en el [Apéndice IX](#)).

El videojuego dispone de un manual de usuario/a que explica cómo instalar y acceder a la aplicación, así como el proceso de creación del/a usuario/a ([Apéndice X](#)). La historia en torno a la que se construye el contexto que da sentido a las tareas de entrenamiento es la siguiente: el/la protagonista (femenino o masculino, según la elección del jugador/a) recibe un paquete de su padre, ya fallecido, en el que le revela detalles sobre su historia personal que nunca compartió en vida. Este descubrimiento despierta la curiosidad del protagonista y desencadena un proceso de búsqueda de información sobre la vida de su padre en su época de inmigrante en Sudamérica. La resolución de cada tarea permite dar un paso más en el proceso de descubrimiento de aspectos de la vida pasada del padre, mientras que simultáneamente debe enfrentarse a las actividades del día a día (e.g., compras en el supermercado, reserva de billetes, orientación en mapas, llamadas telefónicas).

3. tACS: Se utilizó un equipo bicanal especializado Electrical Muscle Stimulation-EMS, calibrado previamente por personal cualificado para la administración de tACS. Se utilizaron electrodos de goma conductora: uno redondo de 25 cm² colocado en la región F3 del cuero cabelludo

mediante pasta conductora, y otro rectangular de 35 cm² ubicado en el hombro derecho, fijado con una esponja empapada en solución salina. Ambos electrodos se integraron en un gorro elástico de neopreno que facilitaba la correcta ubicación y estabilidad durante la sesión. La impedancia se mantuvo por debajo de 5 k Ω mediante control previo a cada aplicación.

7.3.3 Procedimiento

Se utilizó un diseño RCT con evaluación previa y posterior a la intervención con dos grupos experimentales (NeuronUP y videojuego *Tras la huella del tiempo*) cada uno subdividido en dos atendiendo al suministro simultáneo de tACS o su correspondiente Sham (i.e., NeuronUP con y sin tACS y Videojuego con y sin tACS) y un grupo de control activo que asistió a sesiones formativas sobre el uso de herramientas tecnológicas (e.g., aplicaciones móviles o funciones básicas de smartphones y tabletas).

Las personas participantes, incluidas las asignadas al grupo de control activo, recibieron información relativa a su participación en un programa de intervención, pero desconocían la existencia de otros grupos de intervención.

Los/as 180 voluntarios/as con DCS o DCL del CompAS que aceptaron participar en el estudio fueron asignados/as inicialmente a los grupos mediante un proceso de aleatorización computarizado utilizando la herramienta Random.org (<http://www.Random.org>), teniendo en cuenta su diagnóstico inicial con el fin de garantizar la asignación equilibrada a cada grupo de personas con DCS y DCL.

Cabe señalar que el proceso de aleatorización se realizó antes del inicio de la pandemia de COVID-19. La distribución inicial de las personas participantes con DCS y DCL se realizó de modo equilibrado (aproximadamente entre 60% y 40% o el 50-50% en cada grupo de intervención). La llegada de la pandemia por COVID-19 y el retraso en la recogida de datos provocó un elevado nivel de renuncias que afectó la composición final de los grupos. Por ello fue necesario actualizar los diagnósticos, lo que produjo un desequilibrio entre los grupos. El estudio se realizó entre septiembre y diciembre de 2020, en un contexto marcado por las restricciones sanitarias asociadas al COVID-19 y contando finalmente con 53 participantes. Dado que los/as participantes eran especialmente vulnerables al COVID-19, se implementaron medidas de seguridad e higiene (véase [Apéndice XI](#)) para proteger tanto a las personas participantes como a las personas investigadoras. Estas medidas incluyeron la reducción del tamaño del grupo, el uso obligatorio de mascarillas para todas las personas involucradas, la desinfección de los espacios y la ventilación durante al menos 10 minutos entre sesiones. Aunque estas precauciones eran necesarias, afectaron directamente a la logística del estudio e implicaron una disminución del tamaño de la muestra inicialmente prevista y una extensión considerable del tiempo necesario para realizar las intervenciones y evaluaciones posteriores a la intervención.

Todas las intervenciones de los grupos experimentales se llevaron a cabo en la Unidad de Psicoxerontología de la Facultad de Psicología de la USC, supervisadas por personas investigadoras del grupo de investigación NeuCogA-Aging.

Las personas participantes fueron invitadas a unirse al estudio sin recibir incentivos económicos, aunque, para facilitar la asistencia, los traslados al centro se realizaron en taxis colectivos sufragados por el estudio. Todos los procedimientos siguieron las directrices de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial de 2008, revisada en Fortaleza en 2013 (World Medical Association, 2008, 2013) para la investigación con seres humanos, y contaron con la aprobación del Comité Gallego de Ética de la Investigación Clínica (Xunta de Galicia, España) (Referencia 2017/498) ([Apéndice II](#)). Todas las personas participantes proporcionaron su consentimiento informado por escrito, asegurándose la privacidad de los datos recogidos y el anonimato de los resultados única y exclusivamente para la divulgación científica.

Modalidades de Intervención:

A) Grupos Experimentales (GE)

Las personas participantes asignadas a los grupos experimentales realizaron un total de 12 sesiones de ECC, cada una con una duración de 90 minutos a lo largo de 12 días consecutivos (excepto fines de semana). Las intervenciones se realizaron siguiendo las recomendaciones sobre la dosificación del ECC (Gates et al., 2019). Cada intervención se realizó en grupos de cinco personas, atendiendo a las restricciones impuestas por las autoridades sanitarias vigentes en ese momento de la pandemia.

Antes de la llegada de los/as participantes, el equipo investigador preparaba el espacio y colocaba el material necesario (e.g., tabletas, auriculares, electrodos), asegurándose de su correcta desinfección y funcionamiento. Posteriormente, las personas participantes eran trasladadas al centro en un taxi colectivo de nueve plazas, contratado expresamente para evitarles gastos y facilitar su asistencia. Durante el trayecto y el acceso al centro se respetaban todas las medidas de seguridad establecidas (i.e., uso obligatorio de mascarilla, distancia física y ventilación del vehículo). Además, se les proporcionaba una mascarilla para garantizar que cada persona contactase con adecuadas, nuevas y efectivas medidas de protección en el momento de subir al vehículo y durante la intervención. Al llegar a la Facultad de Psicología, se les asignaba un lugar específico en la sala, que contaba con la tableta, auriculares individuales (con fundas lavables) y los materiales necesarios para llevar a cabo la intervención.

Cada sesión se organizó en tres fases: a) introducción y preparación (15 minutos): en esta fase inicial, los/as participantes se reunían en grupo para hablar sobre los avances que habían logrado en la sesión anterior, compartían las estrategias utilizadas para superar las actividades, expresaban sus impresiones y comentaban si el entrenamiento les resultaba interesante, motivador y útil; b) entrenamiento individual (60 minutos): cada participante interactuaba de manera individual bien con el videojuego *Tras la huella del tiempo* o con la plataforma NeuronUP; y c) puesta en común (15 minutos): al final de cada sesión, se llevaban a cabo intercambios grupales donde las personas participantes compartían estrategias y experiencias de juego. En la primera sesión, se incluyó un tiempo adicional (15-20 minutos) para familiarizar a los/as participantes con la interfaz correspondiente. Una vez finalizada la sesión, el espacio y el material eran nuevamente desinfectados cuidadosamente, y se dejaba un periodo mínimo de 10 minutos de ventilación antes de la llegada del siguiente grupo.

1. Videojuego *Tras la huella del tiempo*: Los/as participantes que llevaron a cabo esta modalidad de intervención realizaron sesiones de ECC utilizando el videojuego *Tras la huella del tiempo* diseñado por el equipo de investigación al que pertenece la doctoranda, NeuCogA-Aging, ocupándose de la programación informática la empresa de entretenimiento Polygonestudios (<http://www.polygon-e.es>) (véase sección 7.3.2 para una descripción completa del mismo).
2. NeuronUP: Los/as participantes que llevaron a cabo esta modalidad de intervención realizaron sesiones de ECC utilizando la plataforma digital NeuronUP con actividades seleccionadas previamente por el equipo investigador. Tras una primera fase de preselección se revisaron un total de 187 actividades digitales de estimulación cognitiva disponibles en el catálogo de la plataforma (que incluye opciones para niños/as y adultos/as, en formato digital y en papel). Cuatro personas del grupo de investigación de NeuCogA-Aging decidieron sobre la inclusión de distintas actividades en el estudio (i.e., si, no, dudoso) considerando aspectos como la claridad de las instrucciones, la necesidad de conocimientos previos para su realización, la idoneidad de la dificultad de los niveles disponibles y la función cognitiva

principal trabajada con la actividad (i.e., memoria y funciones ejecutivas). Se preseleccionaron las 59 actividades, que se sometieron a una valoración conjunta de equipo en la que participaron dos personas investigadoras más. Cada actividad fue evaluada mediante una escala de 1 a 5 en criterios de apariencia, grado de diversión, adecuación de la dificultad, variedad de niveles disponibles y claridad de las instrucciones. Finalmente se seleccionaron 23 actividades (ver descripción en el [Apéndice XII](#)). Las tareas de memoria y funciones ejecutivas seleccionadas se combinaron de forma equilibrada a lo largo de las sesiones. Las actividades se distribuyeron en tres sesiones (i.e., dos con ocho actividades y una con siete actividades), de modo que las sesiones se repitieron correlativamente hasta completar las 12 sesiones (en consecuencia, cada tarea se repetía cuatro veces a lo largo de la intervención, pudiendo avanzar en su grado de complejidad). El tiempo dedicado a cada tarea se moduló asegurando que todas las personas participantes dedicaban el mismo tiempo a cada tipo de tarea (que podría variar entre los 7 minutos y medio y los 8 minutos y medio dependiendo del número de tareas incluidas en la sesión).

3. tACS: La mitad de las personas participantes de cada uno de los dos grupos experimentales recibieron estimulación mediante tACS (consultar protocolo de intervención en [Apéndice XIII](#)) (i.e., GE-NeuronUP-tACS, GE-NeuronUP-Sham, GE-Videojuego-tACS y GE-Videojuego-Sham). La estimulación por tACS se aplicó en las últimas seis sesiones, comenzando 15 minutos después del inicio del entrenamiento. Este intervalo fue seleccionado estratégicamente para: 1) propiciar que las personas participantes estuviesen completamente familiarizadas con el entrenamiento y tuvieran la oportunidad de recibir la ayuda necesaria y hacer preguntas pertinentes; y 2) establecer un período de adaptación para que las personas participantes estuvieran completamente inmersas en las actividades cognitivas antes de que se aplicara la estimulación. La estimulación tACS se aplicó en la DLPFC, específicamente en la ubicación F3 del sistema internacional 10-20, y se realizó a 6 Hz durante 20 minutos, con una intensidad de 2 mA. En la condición simulada del procedimiento (i.e., Sham), la corriente se interrumpió después de 20 segundos y se reactivó en los últimos 20 segundos de la sesión. Se siguieron protocolos de seguridad establecidos y se aplicó un cuestionario estandarizado después de cada sesión para detectar sensaciones ligadas a tES (basado en Fertonani et al., 2015) como picor, dolor, ardor, calor, sabor metálico y fatiga en una escala de 0 = ninguno a 4 = mucho ([Apéndice XIV](#)) donde no se registró ninguna sensación relevante de molestia entre las personas participantes. Para proceder con la estimulación, las personas participantes debían completar previamente una lista de verificación diseñada para identificar condiciones (e.g., marcapasos, implantes metálicos, antecedentes de epilepsia) que pudieran contraindicar la aplicación de tACS ([Apéndice XV](#)).

B) Grupo de Control Activo (GC-activo)

Los/as participantes del grupo de control activo asistieron a 12 horas de sesiones formativas grupales sobre el uso de herramientas tecnológicas, en sesiones de 2 horas, dos veces por semana durante 3 semanas, en un centro de formación continua para adultos/as de Santiago de Compostela (www.ategal.com). Estas sesiones incluían actividades prácticas como el uso de aplicaciones móviles, la gestión de agendas digitales y funciones básicas de smartphones y tabletas. Estas sesiones no incluyeron estimulación con tACS ni EC específico en memoria o funciones ejecutivas, lo que aseguraba que cualquier efecto observado en los grupos experimentales se pudiera atribuir al ECC y la estimulación.

Evaluaciones Pre- y Post- Intervención

Las evaluaciones previas y posteriores a la intervención, de aproximadamente 90 minutos de duración, se realizaron los cinco días previos y los cinco días posteriores a las intervenciones de cada grupo.

El orden de administración de las pruebas fue el siguiente: MPMT (instrucción), CASP-19, Torre de Hanoi, PRMQ, MPMT (recuerdo), SCIP-S (recuerdo inmediato), EAS, SCIP-S (recuerdo diferido), T@M, SST y MMT del CANTAB (estos tres últimos se contrabalancearon, i.e., se administraron en distinto orden entre participantes para evitar que la secuencia de presentación pudiera afectar al rendimiento). El resto de los instrumentos se administró en un orden fijo, teniendo en cuenta las exigencias temporales de cada uno de los instrumentos empleados. En concreto, el MPMT requiere un intervalo de 30 minutos entre la fase inicial y la fase de recuperación. Las pruebas intermedias incluidas debían permitir completar ese intervalo y requerir poca carga cognitiva (i.e., CASP-19) para no interferir con el rendimiento. Las pruebas de mayor duración o carga cognitiva se administraron al final de la evaluación para evitar cualquier influencia sobre el MPMT. Una vez completada la evaluación presencial con la persona participante y durante los días posteriores, se contactó con una persona informante para administrar los siguientes cuestionarios: A-IADL-Q-SV y MBI-C.

Para facilitar la asistencia de las personas participantes, los traslados al centro se organizaron en taxis colectivos, cuyo coste fue asumido por el estudio. Las personas investigadoras encargadas de las evaluaciones pertenecían al grupo de investigación NeuCogA-Aging y conocían la asignación a los grupos de intervención. Sin embargo, las personas participantes desconocían este dato, asegurando así un diseño de evaluación ciego único. Se respetaron las medidas de seguridad e higiene de forma similar a las detalladas en el contexto de intervención.

7.3.4 Análisis Estadísticos

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando la versión 29.0 del SPSS. Se analizaron las posibles diferencias de partida en edad, educación y estado cognitivo entre los grupos de control y experimentales utilizando la H de Kruskal-Wallis. También se analizaron las diferencias de sexo entre los grupos mediante el índice de Theil U , comúnmente conocido como Coeficiente de Incertidumbre (CI).

La comparación de las medidas previas y posteriores a la intervención para cada grupo se obtuvieron a través del estadístico no paramétrico Z de Wilcoxon. En los análisis de comparación previos y posteriores a la intervención, se realizó una corrección Bonferroni por el Método de Holm (Holland y Copenhaver, 1988) para evitar incurrir en error Tipo I asociado al incremento de probabilidad de rechazar la hipótesis nula (i.e., no existen diferencias entre los grupos) cuando se realizan un número elevado de contrastes. Para ello, se computa el número de contrastes realizados en el análisis de las diferencias previas y posteriores a la intervención para cada grupo. Seguidamente, los resultados que alcanzaron significación estadística ($p < 0,05$) se colocan en una lista ordenados de mayor a menor nivel de significación y se le asocia el número de orden en el que se realizó cada contraste. Finalmente, se aplica la siguiente fórmula empujando por el contraste más significativo:

Margen de significación establecido ($\alpha = 0,05$)

$$p_{(i^*)} > \alpha / (k - i^* + 1)$$

Número de contrastes realizados

Número de orden que ocupa según grado de significación (ordenados de mayor a menor p)

De la serie de contrastes significativos obtenidos en el análisis original, sólo se mantienen los que queden por encima de la posición (i.e., mayor nivel de significación) en la que se obtiene un valor p igual o inferior al valor p corregido por este procedimiento.

En aquellas medidas en las que el/la informante hacía una valoración subjetiva del cambio observado en la evaluación post-intervención en comparación con la evaluación pre-intervención (i.e., MBI-C, A-IADL-Q-SV), se exploraron las diferencias entre grupos usando la H de Kruskal-Wallis.

Adicionalmente, con la finalidad de superar las limitaciones asociadas a la pérdida muestral, se adoptó una aproximación analítica ideográfica con el cálculo del Índice de Cambio Fiable (ICF) para cada participante en cada uno de los grupos considerados y para las variables de instrumentos estandarizados de los que se disponía de la información psicométrica necesaria (i.e., MPMT, PRMQ, SCIP-S [recuerdo inmediato y recuerdo diferido], T@M, EAS y CASP-19). Los cálculos se realizaron siguiendo la propuesta Jacobson y colaboradores/as (Jacobson y Truax, 1992), así como las correcciones propuestas por Speer (1992) basadas en los trabajos de Edwards-Nunnally.

El ICF de Jacobson se calculó siguiendo el siguiente algoritmo:

$$ICF_{Jacobson} = \frac{X_{Post} - X_{Pre}}{EED} = \frac{X_{Post} - X_{Pre}}{\sqrt{2(EEM)^2}}$$

$$EEM = DE_{norma} \cdot \sqrt{1 - r_{xx}}$$

Siendo X_{Post} la puntuación obtenida después de la intervención; X_{Pre} la puntuación obtenida antes de la intervención; EED el Error Estándar de las Diferencias entre ambas medidas; EEM el Error Estándar de Medida del instrumento calculado a partir de la fiabilidad test-retest de cada uno de los instrumentos considerados; DE_{norma} la Desviación Estándar de las medidas pre-intervención tomadas como referencia normativa y r_{xx} el cociente de fiabilidad del instrumento de medida.

El ICF de Edwards-Nunnally considera el efecto de regresión a la medida, connatural a las medidas pre- y post-intervención, y propone un índice corregido incorporando la estimación de un intervalo de confianza (IC-95%) siguiendo el siguiente algoritmo:

$$ICF_{Edwards-Nunnally} = [r_{xx} \cdot (X_{Pre} - \bar{X}_{pre}) + \bar{X}_{pre}] \pm 2 \cdot DE_{pre} \cdot \sqrt{1 - r_{xx}}$$

Siendo r_{xx} el cociente de fiabilidad del instrumento de medida; X_{pre} la puntuación obtenida antes de la intervención, $\bar{X}_{pre}$ la media del pre-test y DE_{pre} la desviación estándar del pre-test.

Dado que el índice de Edwards-Nunnally proporcionó una estimación más conservadora, este fue utilizado como medida de referencia del cambio fiable en este estudio.

El valor de cambio suministrado debe superar la confianza asociada a una probabilidad del 95% (por encima de 1,96, valor de las puntuaciones Z que equivale a dos desviaciones estándar) y permite determinar si el cambio es consistente con un “empeoramiento” o con una “mejora”, considerándose “mantenimiento” el resto de los casos.

Una vez identificados los porcentajes de participantes de cada grupo que empeoraba, se mantenía o mejoraba para cada una de las variables, se analizaron las diferencias en estos porcentajes en relación con los grupos de pertenencia (i.e., GE-NeuronUP-tACS, GE-NeuronUP-Sham, GE-Videojuego-tACS y GE-Videojuego-Sham, GC-activo) empleando el CI, sobre los valores ponderados con relación a las distribuciones de empeoramiento, mantenimiento y mejora observadas en cada medida. El CI proporciona una medida de asociación entre dos variables categóricas que fluctúa entre 0 y 1, que es indicativa del grado o proporción en el que una variable reduce el error al pronosticar los valores de la otra variable. Se aportan valores no dependientes de asociación Chi-cuadrado (χ^2) así como el contraste de CI dependiente y su

valor t asociado resultado de analizar la asociación de manera direccional, es decir, la proporción en que la pertenencia a los grupos reduce el error al pronosticar los valores de las proporciones de cambio (i.e., empeora, se mantiene, mejora).

8 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los tres estudios realizados.

8.1 ESTUDIO 1. PREFERENCIAS ESTÉTICAS Y ARGUMENTALES

La presentación de la idea del videojuego fue acogida con interés por las personas participantes del grupo focal. Todos/as los/as participantes encontraron la idea argumental atractiva e interesante. Cuando se les preguntó acerca de las condiciones necesarias para usar el videojuego, coincidieron mayoritariamente en que debería ser fácil, entretenido y visualmente atractivo. También resaltaron la importancia de incluir ayudas o pistas para avanzar, y valoraron mucho que el juego mostrara el progreso de cada jugador/a, ya que eso ayudaría a mantener su motivación. Además, todos/as los/as participantes rechazaron explícitamente la presencia de contenido sexual o violento en los videojuegos.

En cuanto a las preferencias estéticas por los fondos propuestos (Tabla 2), los resultados mostraron una clara preferencia por aquellos que transmiten claridad y calidez, mientras que las opciones más figurativas y minimalistas generaron menor interés. El Fondo A, con su estilo *cartoon* realista, formas definidas, colores saturados e iluminación clara, fue la primera elección para el 53,8% de las personas participantes, destacándose como el más valorado. Además, un 23,1% lo eligió como segunda opción, y el 15,4% lo eligió en cuarto lugar. El Fondo C, de estilo *cartoon* juvenil, con colores vivos y detalles, fue elegido como segunda opción por el 46,2%. Sin embargo, solo un 7,7% lo seleccionó como primera opción y un 30,8% lo situó en la última posición. El Fondo B, de estilo realista 3D con colores neutros e iluminación tenue, mostró una respuesta ambivalente: fue la primera elección para el 30,8%, pero también la cuarta elección para el 38,5%, lo que indica que, aunque fue apreciado por algunos/as, también fue rechazado por una parte significativa de los/as participantes. Por su parte, el Fondo D, de estilo *cartoon* figurativo con formas simples y colores planos, fue predominantemente elegido como tercera opción (61,5%), solo un 7,7% lo eligió en primer lugar, y un 15,4% lo eligió como última opción.

Tabla 2

Preferencias estéticas por fondos para el videojuego

	Fondo A	Fondo B	Fondo C	Fondo D
1ª elección	53,8%	30,8%	7,7%	7,7%
2ª elección	23,1%	15,4%	46,2%	15,4%
3ª elección	7,7%	15,4%	15,4%	61,5%
4ª elección	15,4%	38,5%	30,8%	15,4%

Las preferencias de avatares (Tabla 3) mostraron un mayor interés por opciones más realistas y detalladas (i.e., prototipo D), así como hacia estilos amigables y tradicionales (i.e., prototipo A). En contraste, el prototipo C fue el que menos gustó, mientras que el B generó opiniones divididas.

El prototipo de avatar D, con su diseño realista y detallado, con rasgos faciales bien definidos, pliegues en la ropa y un sombreado que aporta tridimensionalidad, fue el más valorado

entre las personas participantes. Un 38,5% lo eligió como primera opción, siendo también seleccionado mayoritariamente como tercera elección (30,8%). Su fuerte presencia en las primeras preferencias lo convierten en el avatar más popular. Por su parte, el prototipo de avatar A, con un estilo *cartoon* clásico y figurativo, colores planos y una representación afectuosa y tradicional de las personas mayores, fue mayoritariamente elegido como segunda opción (46,2%). El prototipo de avatar B, que ofrece una estética figurativa con colores vivos, posturas dinámicas y una representación enérgica del envejecimiento, generó menos acuerdo y, aunque un 30,8% lo eligió como primera opción, otros/as tantos/as (30,8%) lo dejaron como última elección. Por último, el prototipo de avatar C, con un estilo realista simplificado, tonos apagados y una presentación sobria y neutral, fue el menos preferido globalmente. Ningún/a participante eligió al avatar C como primera opción, situándolo la mayoría como el menos preferido.

Tabla 3

Preferencias estéticas por avatares para el videojuego

	Personaje A	Personaje B	Personaje C	Personaje D	NS/NC
1ª elección	23,1%	30,8%	0%	38,5%	7,7%
2ª elección	46,2%	15,4%	15,4%	7,7%	15,38%
3ª elección	23,1%	7,7%	23,1%	30,8%	15,38%
4ª elección	0%	30,8%	46,2%	7,7%	15,38%

El argumento del videojuego *Tras la huella del tiempo* fue bien recibido y se valoró positivamente, destacando el interés cultural y facilidad de uso como condiciones necesarias para una buena aceptación del videojuego (Tabla 4). La mayoría de las personas participantes (76,9%) valoraron muy positivamente el argumento, eligiendo las opciones de evaluación más favorables en relación con la potencial atracción, interés y disfrute.

Tabla 4*Valoración general de la propuesta de videojuego “Tras la huella del tiempo”*

Pregunta	Respuesta					
	Completamente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo	NS/NC
1. ... podría ser útil para trabajar mi memoria y otras habilidades mentales.	7,7%	0%	0%	15,4%	61,5%	15,4%
2. me parece que el juego va a ser fácil de usar.	0%	0%	15,4%	23,1%	38,5%	23%
3. ... haciendo clic con el dedo en una pantalla táctil, me parece clara y sencilla.	7,7%	0%	7,7%	30,8%	38,5%	15,4%
4. ... creo que podría ponerme nervioso/a e inquieto/a.	53,8%	7,7%	15,4%	7,7%	0%	15,4%
5. ...creo que podría disfrutar y pasármelo bien.	0%	0%	0%	23,1%	53,8%	23%

Nota. NS/NC = no sabe/no contesta.

La mayoría de las personas participantes declararon estar “completamente de acuerdo” o “muy de acuerdo” con las siguientes afirmaciones: 1) “la idea del juego presentado podría ser útil para trabajar mi memoria y otras habilidades mentales” (76,9%); 2) “de acuerdo con la idea presentada, el juego debería ser fácil de usar” (61,6%); 3) “la forma de controlar el juego, haciendo clic con el dedo en una pantalla táctil, me parece clara y sencilla” (69,3%); y 4) “utilizando programas como el presentado, creo que podría disfrutar y pasármelo bien” (76,9%). Más del 60% está completa o parcialmente en desacuerdo con poder sentirse inquieto/a o nervioso/a jugando al videojuego.

En lo relativo a la pregunta sobre en qué condiciones les gustaría más utilizar un juego como el presentado, las respuestas se dividieron entre las siguientes opciones de respuesta: “por mí mismo/a, sin ayudas” (15,2%), “con un sistema de ayuda que me guíe” (30,8%) y “con persona experta que me ayude” (38,5%).

8.2 ESTUDIO 2. INTERACCIÓN DE USUARIO/A CON EL VIDEOJUEGO

En el Estudio 2 se evaluó el videojuego *Tras la huella del tiempo* en aspectos como adecuación del dispositivo, usabilidad, intención de uso, aspectos estéticos y emociones experimentadas durante el juego.

Existió un alto nivel de acuerdo sobre la idoneidad de la tableta como dispositivo para jugar, y una percepción homogénea sobre diversos aspectos relacionados con la usabilidad del videojuego, como la potencial facilidad del juego (creación y acceso, y uso y control del mismo), la claridad de sus instrucciones, la facilidad de interacción con los elementos, su elevado atractivo visual (y música utilizada) y la preferencia por jugar de forma autónoma, aunque

con la disponibilidad de guía y ayuda cuando sea necesario. Además, la mayoría (78,9%) declara que les gustaría mucho o bastante jugar en el futuro al videojuego (Tabla 5).

Las respuestas a los ítems del cuestionario no presentaron diferencias significativas (*U* Mann-Whitney) entre los grupos DCS y DCL.

Tabla 5

Valoración general de la experiencia de juego con “Tras la huella del tiempo”

Pregunta	Respuesta				
	Mucho	Bastante	Moderado	Poco	Nada
Tableta (adecuación) **	47,4%	42,1%	5,3%	5,3%	0%
Creación del/a usuario/a (facilidad) **	31,6%	42,1%	15,8%	10,5%	0%
Acceso (facilidad)	31,6%	31,6%	26,3%	10,5%	0%
Uso (facilidad)	5,3%	57,9%	31,6%	5,3%	0%
Control (facilidad)	26,3%	47,4%	21,1%	5,3%	0%
Instrucciones (claras)**	10,5%	63,2%	21,1%	5,3%	0%
Interacción con objetos (facilidad) **	5,3%	68,4%	26,3%	0%	0%
Música (agradabilidad)	10,5%	42,1%	15,8%	26,3%	5,3%
Personajes (agradabilidad)*	15,8%	57,9%	10,5%	15,8%	0%
Intención de uso*	36,8%	42,1%	21,1%	0%	0%
	Sin ayudas	Con sistema de ayuda	Con persona experta	Como programas que ya conozco	No me gustaría usarlo
Condiciones para uso (preferencias) ***	5,3%	63,2%	26,3%	5,3%	0%

Nota. Chi-cuadrado * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

En cuanto a las emociones experimentadas tras la experiencia de juego (Tabla 6), se observaron respuestas positivas en una amplia mayoría de aspectos evaluados. La experiencia se asoció mayoritariamente a sentimientos de estar "bastante" o "extremadamente", contentos/as o felices (84,2%), satisfechos/as (79%), divertidos/as (63,1%) y con sentimientos de bienestar (89,5%). Por el contrario, las sensaciones negativas como las asociadas al aburrimiento, cansancio, malhumor o intrusión de pensamientos distractores estuvieron mayoritariamente ausentes.

En cuanto al *flow*, la elección mayoritaria de opciones estuvo vinculada a estar concentrado/a (73,7% "bastante"), metido/a en el juego (79% "bastante" o "extremadamente") o perder la noción del tiempo (47,4% "bastante"). Respecto a la inmersión, los/as participantes mostraron un gran interés en la historia del videojuego (68,4% "bastante") y encontraron la experiencia estéticamente agradable (63,2% "bastante"), además de enriquecedora (84,3% "bastante" o "extremadamente"), a pesar de no existir un elevado acuerdo en considerarla imaginativa o impresionante. La dimensión de tensión mostró niveles bajos, ya que la gran mayoría de las personas participantes indicó que "en absoluto" se sintieron presionadas, irritadas, molestas o frustradas. Lo mismo ocurre con la percepción de estar presionados/as por el tiempo, donde un 78,9% respondió "en absoluto", lo que sugiere que el diseño del videojuego no generó experiencias de estrés o incomodidad.

En cuanto a la competencia percibida, buena parte de los/as participantes se evaluaron como buenos/as (84,2% "bastante" o % "extremadamente") y competentes (57,9% "bastante"). En relación con el desafío, un 31,6% consideró que se sintió “bastante” desafiado/a, mientras un 36,8% sólo lo percibió “moderadamente”.

Tabla 6*Emociones asociadas a la experiencia de juego con “Tras la huella del tiempo”*

	En absoluto	Ligeramente	Moderadamente	Bastante	Extremadamente
<u>Competencia</u>					
Hábil	0%	15,8%	47,4%	36,8%	0%
Competente*	5,3%	0%	36,8%	57,9%	0%
Bueno/a con el juego***	0%	5,3%	10,5%	68,4%	15,8%
Rápido/a llegar objetivos**	10,5%	5,3%	63,2%	21,1%	0%
Exitoso/a**	5,3%	5,3%	52,6%	36,8%	0%
<u>Inmersión</u>					
Interesado/a historia**	0%	10,5%	21,1%	68,4%	0%
Estéticamente agradable***	5,3%	10,5%	15,8%	63,2%	5,3%
Imaginativo/a	5,3%	26,3%	47,4%	21,1%	0%
Explorar cosas	5,3%	26,3%	36,8%	31,6%	0%
Impresionante	47,4%	10,5%	21,1%	21,1%	0%
Experiencia enriquecedora**	0%	5,3%	10,5%	63,2%	21,1%
<u>Flow</u>					
Pérdida conexión mundo exterior*	21,1%	0%	31,6%	26,3%	21,1%
Olvidar lo que me rodea	15,8%	21,1%	15,8%	36,8%	10,5%
Pérdida noción del tiempo*	15,8%	5,3%	21,1%	47,4%	10,5%
Metido/a juego**	0%	15,8%	5,3%	57,9%	21,1%
Concentrado/a***	0%	0%	15,8%	73,7%	10,5%
<u>Tensión</u>					
Presionado/a***	89,5%	10,5%	0%	0%	0%
Irritado/a***	94,7%	0%	5,3%	0%	0%
Molesto/a***	89,5%	5,3%	5,3%	0%	0%
Frustrado/a***	89,5%	5,3%	0%	5,3%	0%
<u>Desafío</u>					
Desafiado/a	5,3%	26,3%	36,8%	31,6%	0%
Difícil	36,8%	21,1%	31,6%	10,5%	0%
Mucho esfuerzo	10,5%	21,1%	42,1%	26,3%	5,3%
Presionado/a por el tiempo***	78,9%	10,5%	5,3%	5,3%	0%
<u>Afecto negativo</u>					
Aburrido/a***	94,7%	5,3%	0%	0%	0%
Cansado/a***	84,2%	5,3%	5,3%	5,3%	0%
Malhumorado/a***	94,7%	0%	0%	5,3%	0%
Pensar otras cosas**	84,2%	0%	15,8%	0%	0%
<u>Afecto positivo</u>					
Contento/a(feliz)***	5,3%	5,3%	5,3%	73,7%	10,5%
Disfruté**	0%	0%	21,1%	68,4%	10,5%
Divertido**	5,3%	5,3%	26,3%	52,6%	10,5%
Satisfecho/a**	0%	5,3%	15,8%	57,9%	21,1%
Sentir bien***	0%	5,3%	5,3%	68,4%	21,1%

Nota. Chi-cuadrado * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

fueron mínimas. Así, las mujeres expresaron un mayor acuerdo que los hombres con haber tenido la sensación de haber perdido la noción del tiempo ($U_{\text{Mann-Whitney}} = 8,0$; $p = 0,010$) y la conexión con el mundo exterior ($U_{\text{Mann-Whitney}} = 12,50$; $p = 0,034$) mientras jugaban. Por otro lado, las personas participantes con un nivel educativo más bajo (i.e., básico, primarios) expresaron un mayor acuerdo con sentimientos de desafío ($H_{\text{Kruskal-Wallis}}(3) = 8,80$; $p = 0,032$), de oportunidad de exploración ($H_{\text{Kruskal-Wallis}}(3) = 8,80$; $p = 0,032$) y valoraron la experiencia como enriquecedora ($H_{\text{Kruskal-Wallis}}(3) = 9,92$; $p = 0,019$) en comparación con las personas con estudios secundarios y universitarios.

8.3 ESTUDIO 3. ESTUDIO PILOTO SOBRE LA EFICACIA DEL VIDEOJUEGO *TRAS LA HUELLA DEL TIEMPO*

A pesar de que la asignación de las personas participantes a los grupos se realizó de manera aleatoria, la elevada pérdida selectiva asociada a la pandemia por COVID-19 aconseja conocer las potenciales diferencias de partida que existen entre los grupos. Por esta razón, se analizaron las diferencias de edad, educación, estado cognitivo, sexo y síntomas de depresión entre los 5 grupos considerados en las distintas condiciones experimentales y de control.

En la Tabla 7 se presentan los descriptivos para edad, educación, estado cognitivo, sexo y síntomas de depresión en cada uno de los grupos, y se aportan los contrastes obtenidos en el test Kruskal-Wallis (edad, educación, estado cognitivo) y Chi-cuadrado (sexo, síntomas de depresión).

Tabla 7

Descriptivos sociodemográficos, salud y estado cognitivo para cada grupo de intervención

Grupo	GC-activo	GE-NeuronUP-tACS	GE-NeuronUP-Sham	GE-Videojuego tACS	GE-Videojuego-Sham
N	11	14	9	9	10
Edad	67(6.64)	70.9(7.82)	66.5(5.15)	63.5(6.76)	66.9 (5.95)
Años escolarización	11.9(5.0)	9.1(3.84)	12.6(7.39)	9.55 (4.66)	12.4 (5.5)
Sexo					
Hombres	54.5%	35.7%	0%	22.2%	30%
Mujeres	45.5%	64.3%	100%	77.8%	70%
Proporción DCS	91%	71%	100%	89%	100%
Proporción DCL	9%	29%	0%	11%	0%
Funcionamiento mnémico (T@M)	41(5.91)	41(5.91)	45.3(4)	41.5(6.78)	42.2(4.8)
GDS	2.27(2.19)	2.85(2.1)	4.66(3.8)	3.77(1.78)	2.8(1.68)

Nota. GC-activo = grupo control-activo; GE-NeuronUP-tACS: grupo experimental que combina NeuronUP con tACS; GE-NeuronUP-Sham: grupo experimental que combina NeuronUP con placebo; GE-Videojuego-tACS: grupo experimental que combina Videojuego con tACS; GE-NeuronUp-Sham: grupo experimental que combina Videojuego con placebo; DCS = declive cognitivo subjetivo; DCL = deterioro cognitivo ligero; T@M = test de alteración de la memoria.

No se aprecian diferencias significativas entre los grupos en edad ($\chi^2_{\text{Pearson}}(84) = 91,62$; $p > 0,05$), educación ($\chi^2_{\text{Pearson}}(72) = 64,72$; $p > 0,05$), sexo ($\chi^2_{\text{Pearson}}(4) = 7,46$; $p > 0,05$), funcionamiento mnémico ($\chi^2_{\text{Pearson}}(8) = 11,4$; $p > 0,05$) o GDS ($\chi^2_{\text{Pearson}}(36) = 32,46$; $p > 0,05$).

Se analizaron las diferencias previas y posteriores a la intervención en las variables de memoria y funcionamiento ejecutivo consideradas en el estudio en cada uno de los grupos, así como en calidad de vida y expectativas de eficacia (Tabla 8).

Tabla 8

Diferencias pre- y post-intervención en medidas de memoria y funcionamiento ejecutivo para cada grupo de intervención

	Medidas	GC-activo	GE-NeuronUP-tACS	GE-NeuronUP-Sham	GE-Videojuego-tACS	GE-Videojuego-Sham
Medidas de memoria	MPMT	Z=-1,279	Z=-1,411	Z=-2,070* post>pre	Z=-1,127	Z=-1,105
	PRMQ	Z=-0,490	Z=-0,126	Z=-0,595	Z=-0,211	Z=-1,326
	SCIP-S_AVI	Z=-1,382	Z=-2,947** post>pre	Z=-2,047* post>pre	Z=-1,156	Z=-0,239
	SCIP-S_AVD	Z=-0,850	Z=-2,412* post>pre	Z=-0,137	Z=-1,000	Z=-0,351
	T@M	Z=-0,210	Z=-1,219	Z=-2,154* post>pre	Z=-2,673** post>pre	Z=-2,265* post>pre
Medidas de funcionamiento ejecutivo	Hanoi 3 disc (movimientos)	Z=-1,826	Z=-1,723	Z=-1,069	Z=-1,577	Z=-0,704
	Hanoi 3 disc (segundos)	Z=-2,403* post<pre	Z=-1,883	Z=-1,752	Z=-2,431* post<pre	Z=-0,000
	Hanoi 4 disc (movimientos)	Z=-1,342	Z=-0,365	Z=-1,604	Z=-0,365	Z=-0,412
	Hanoi 4 disc (segundos)	Z=-2,257* post<pre	Z=-1,023	Z=-2,384* post<pre	Z=-0,000	Z=-1,186
	SST errores GO	Z=-1,436	Z=-0,851	Z=-0,813	Z=-1,355	Z=-1,363
	SST errores STOP	Z=-1,481	Z=-0,771	Z=-1,355	Z=-0,210	Z=-0,631
	SST TR	Z=-1,156	Z=-0,561	Z=-1,859	Z=-1,572	Z=-2,100* post<pre
	MTT total correctas	Z=-0,535	Z=-0,051	Z=-0,423	Z=-1,160	Z=-0,771
	MTT total incorrectas	Z=-0,312	Z=-0,357	Z=-0,512	Z=-1,219	Z=-0,119
	MTT congruentes errores	Z=-0,211	Z=-0,170	Z=-0,272	Z=-1,786	Z=-1,338
	MTT incongruentes errores	Z=-0,153	Z=-0,280	Z=-0,318	Z=-0,674	Z=-0,595
	MTT TR congruentes	Z=-1,600	Z=-1,376	Z=-0,676	Z=-0,734	Z=-1,481
	MTT TR incongruentes	Z=-1,334	Z=-1,682	Z=-1,014	Z=-0,734	Z=-0,533
	EAS	Z=-2,298* post<pre	Z=-1,191	Z=-1,365	Z=-0,237	Z=-0,612
Otras medidas	CASP-19	Z=-0,446	Z=-1,401	Z=-0,493	Z=-0,070	Z=-0,562

Nota. GC-activo = grupo control-activo; GE-NeuronUP-tACS: grupo experimental que combina NeuronUP con tACS; GE-NeuronUp-Sham: grupo experimental que combina NeuronUp con placebo; GE-Videojuego-tACS: grupo experimental que combina Videojuego con tACS; GE-NeuronUp-Sham: grupo experimental que combina Videojuego con placebo; Chi-cuadrado: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; MPMT = Miami Prospective Memory Test; PRMQ = Prospective and Retrospective Memory Questionnaire; SCIP-S = Screening for Cognitive Impairment in Psychiatry; AVI = aprendizaje verbal inmediato; AVD = aprendizaje verbal diferido; T@M = test de alteración de la memoria; SST = Stop Signal Task; MTT = Multitasking Test; TR = tiempo de reacción; EAS= Expectations Assessment Scale; CASP-19 = Control, Autonomy, Self-Realization and Pleasure.

En general, las ganancias observadas en los grupos experimentales alcanzaron la significación en un número limitado de medidas, buena parte de ellas de memoria (MPMT; SCIP-S_AVI; SCIP-S_AVD; T@M) y en menos medidas de funcionamiento ejecutivo (Hanoi 3 y 4 discos, segundos; SST TR). En cuanto a los grupos, se observan diferencias pre- y post-intervención en todos los grupos considerados. En el GC-activo solo se observan mejoras en medidas de rapidez en habilidades de planificación (Hanoi 3 y 4 discos segundos) y un empeoramiento en las expectativas de eficacia (EAS).

Las medidas de memoria que permiten observar mayores diferencias pre- y post-intervención son las que se corresponden con la puntuación total del T@M, que sugieren mejoras significativas post-intervención en los grupos GE-NeuronUP-Sham y GE-Videojuego-tACS y GE-Videojuego-Sham. Estas mejoras post-intervención también se observan en las puntuaciones de memoria inmediata del SCIP-S (SCIP-S_AVI) en los grupos de ECC con NeuronUP (i.e., GE-NeuronUP-tACS y GE-NeuronUP-Sham), y en la de memoria diferida del mismo instrumento (SCIP-S_AVD) en GE-NeuronUP-tACS. Así mismo, se observaron mejoras en el grupo GE-NeuronUP-Sham en las puntuaciones de memoria prospectiva (MPMT).

Las ganancias en medidas de funcionamiento ejecutivo fueron escasas, apreciándose diferencias pre- y post-intervención en Hanoi 3 discos (segundos) en el grupo GE-Videojuego-tACS, indicando mejor desempeño tras la intervención y en SST TR en el grupo GE-Videojuego-Sham, lo que sugiere un control inhibitorio más veloz. El GE-NeuronUP-Sham también obtuvo mejoras en el tiempo de planificación (segundos) (i.e., Hanoi 4 discos).

En cuanto a las diferencias entre grupos en las medidas en las que el/la informante hacía una valoración subjetiva del cambio experimentado en la evaluación post-intervención con respecto a la pre-intervención (i.e., MBI-C, A-IADL-Q-SV), no se aprecian diferencias significativas en las medidas de cambios en los síntomas psicológicos y conductuales ($H_{Kruskal-Wallis}(4) = 4,62$; $p > 0,05$) y tampoco en la capacidad para realizar AIVD ($H_{Kruskal-Wallis}(4) = 5,48$; $p > 0,05$) medidas, respectivamente, a través del MBI-C y del A-IADL-Q-SV.

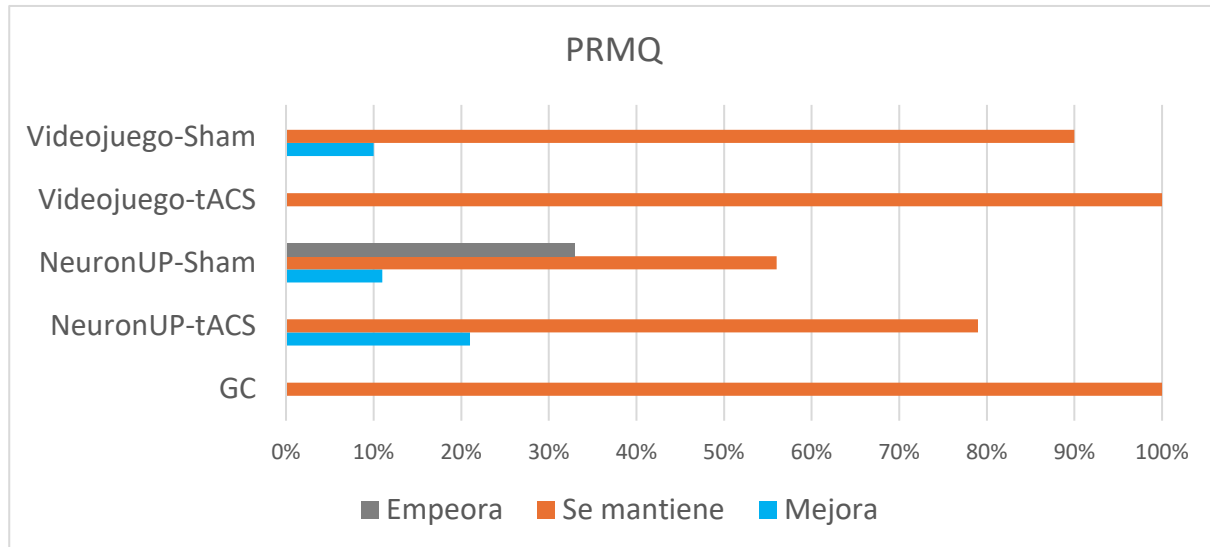
La corrección Bonferroni realizada para evitar incurrir en error Tipo I (véase sección 7.3.4), sitúa el umbral corregido de significación para la posición del valor de p significativo indicativo de menor diferencia pre- y post-intervención en $p_{Bonferroni} < 0,0004$. Dado que ningún valor p se sitúa por debajo de este valor, ninguno de los contrastes obtenidos ofrece garantías de estar libre de error Tipo I.

Con la finalidad de superar las limitaciones estadísticas asociadas al pequeño tamaño de los grupos, se adoptó una aproximación ideográfica para detectar evidencias de cambio individual a partir del cálculo del ICF en las medidas estandarizadas de las que se dispone la información psicométrica necesaria para el cálculo (Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10). Posteriormente, se analizan las posibles diferencias en la proporción de participantes que mejoran, se mantienen o empeoran dependiendo del grupo de intervención al que pertenecen.

El ICF para la medida de percepción del funcionamiento en memoria prospectiva y retrospectiva autodeclarada obtenida del PRMQ (Figura 4), se observan los porcentajes más elevados de mejora en tres grupos experimentales: GE-Videojuego-Sham, GE-NeuronUP-Sham y especialmente en GE-NeuronUP-tACS. Todas las personas participantes de los grupos GC-activo y GE-Videojuego-tACS se mantienen y sólo se aprecia un empeoramiento en más del 30% de las/los participantes del grupo NeuronUP-Sham.

Figura 4

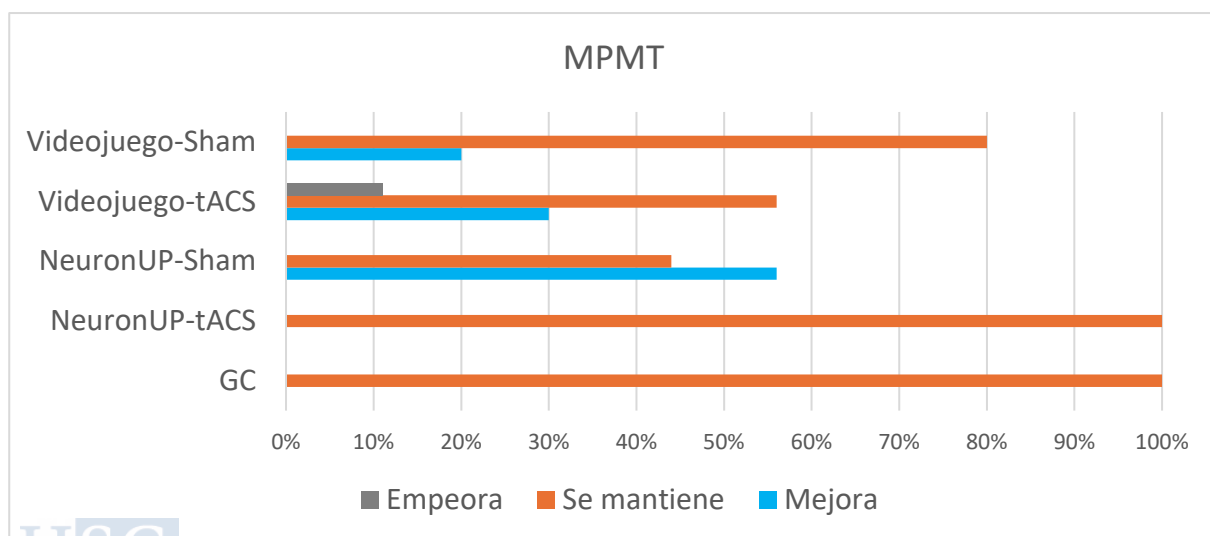
Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en el memoria prospectiva y retrospectiva autoinformada (PRMQ)



La medida de ejecución en memoria prospectiva obtenida del MPMT (Figura 5), permite observar los porcentajes más elevados de mejora en tres grupos experimentales: GE-Videojuego-Sham, GE-Videojuego-tACS y especialmente en el GE-NeuronUP-Sham. Todas las personas participantes de los grupos GC-activo y GE-NeuronUP-tACS se mantienen y sólo se aprecia un empeoramiento en un pequeño porcentaje de las/los participantes del GE-Videojuego-tACS.

Figura 5

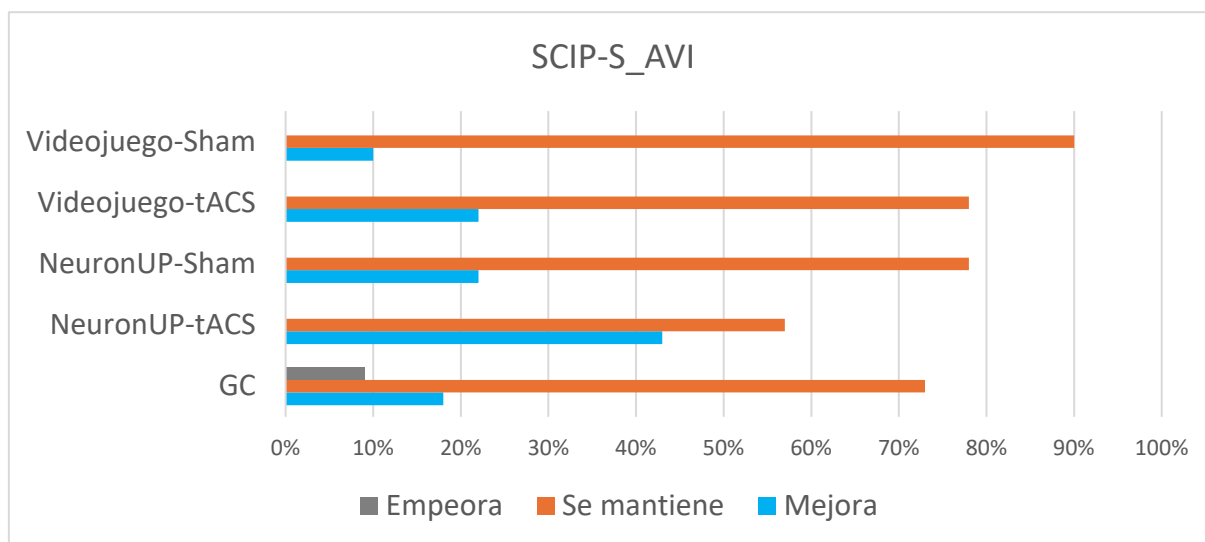
Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en rendimiento en memoria prospectiva (MPMT)



Para la medida de memoria verbal inmediata obtenida del SCIP-S (Figura 6) se observan los porcentajes más elevados de mejora en todos los grupos, tanto experimentales como GC-activo. Sólo se aprecia un empeoramiento en un pequeño porcentaje de participantes del grupo GC-activo.

Figura 6

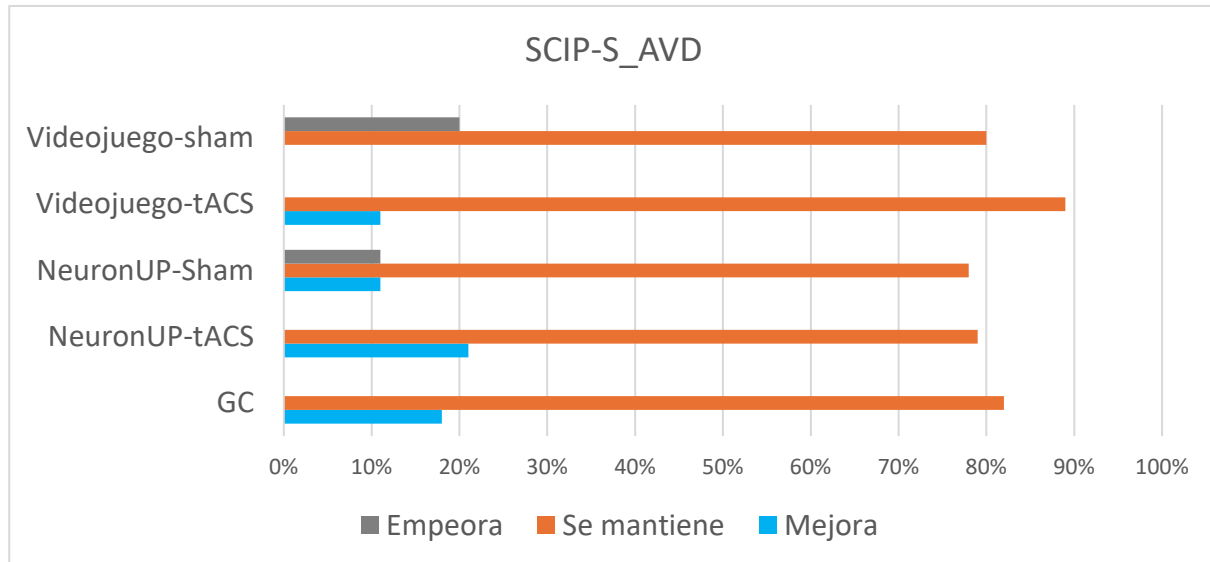
Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en rendimiento en memoria verbal inmediata (SCIP-S_AVI)



Para la medida de memoria verbal diferida obtenida del SCIP-S (Figura 7) se observan los porcentajes más elevados de mejora en tres grupos experimentales: GE-Videojuego-tACS, GE-NeuronUP-Sham y GE-NeuronUP-tACS, y en el GC-activo. Se aprecia un empeoramiento en un porcentaje de participantes del grupo GE-Videojuego-Sham y, en menor medida, del grupo GE-NeuronUP-Sham.

Figura 7

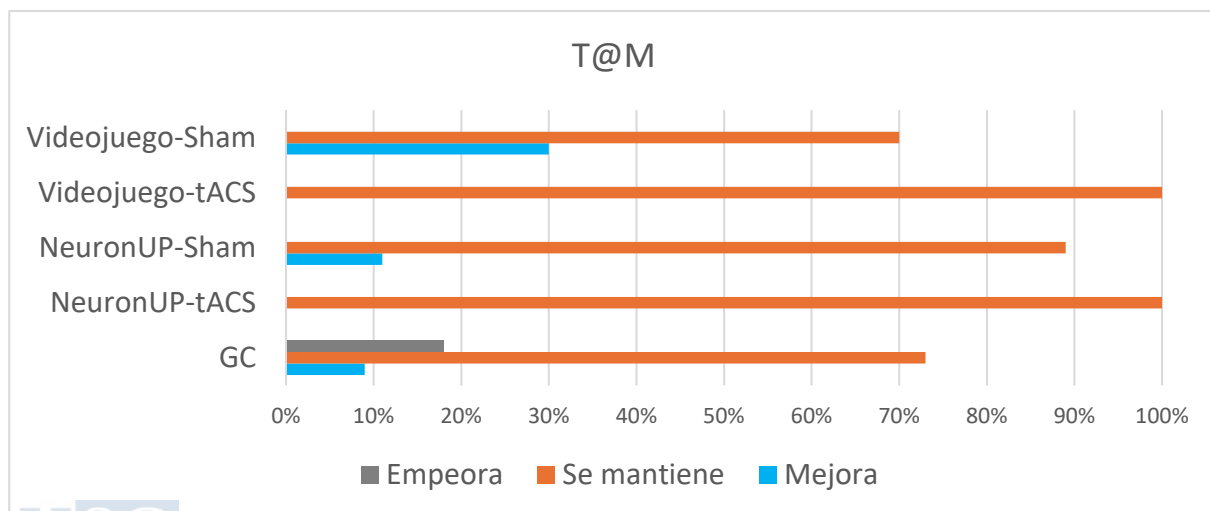
Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en rendimiento en memoria verbal diferida (SCIP-S_AVD)



En la medida de rendimiento mnémico general obtenida del T@M (Figura 8), se observan los porcentajes más elevados de mejora en dos grupos experimentales, sobre todo en el GE-Videojuego-Sham y, en menor medida, en el GE-NeuronUP-Sham. Todas las personas participantes de los grupos GE-Videojuego-tACS y GE-NeuronUP-tACS se mantienen. En el GC-activo se aprecia empeoramiento cerca de un 20% de participantes, acompañado de un pequeño porcentaje de mejora.

Figura 8

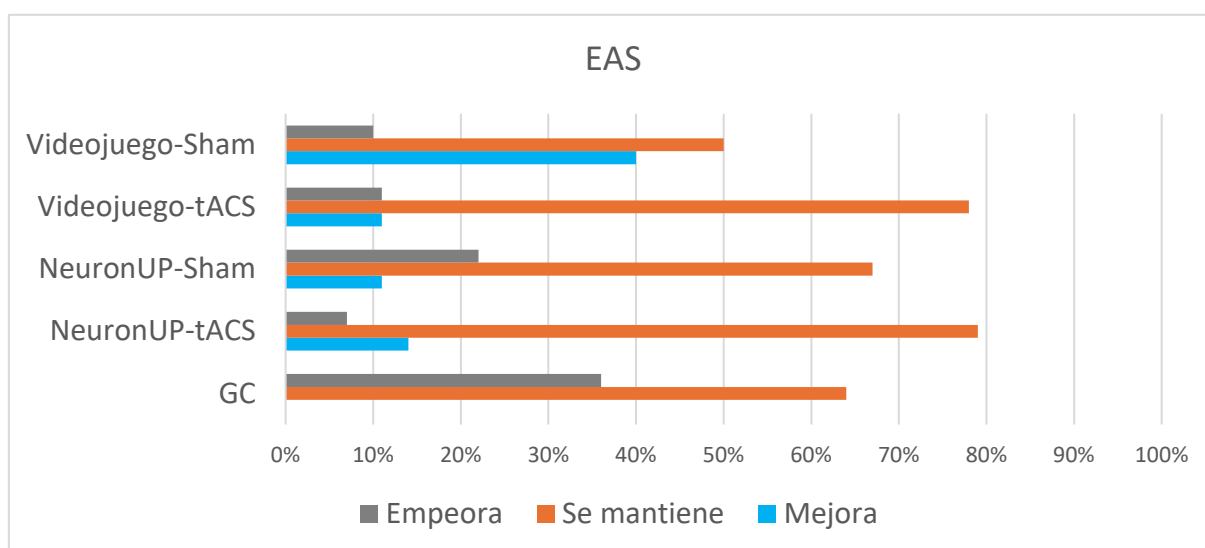
Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en rendimiento mnémico general (T@M)



Para la medida de percepción de las expectativas de eficacia obtenida del EAS (Figura 9), se observa mejoría en todos los grupos experimentales pero muy especialmente en el GE-Videojuego-Sham y en menor medida en el GE-Videojuego-tACS, GE-NeuronUP-Sham y GE-NeuronUP-tACS. Se observa empeoramiento en un pequeño porcentaje de todos los grupos experimentales y un empeoramiento que supera el 30% en participantes del GC-activo, grupo en el que además no se observa ninguna mejoría.

Figura 9

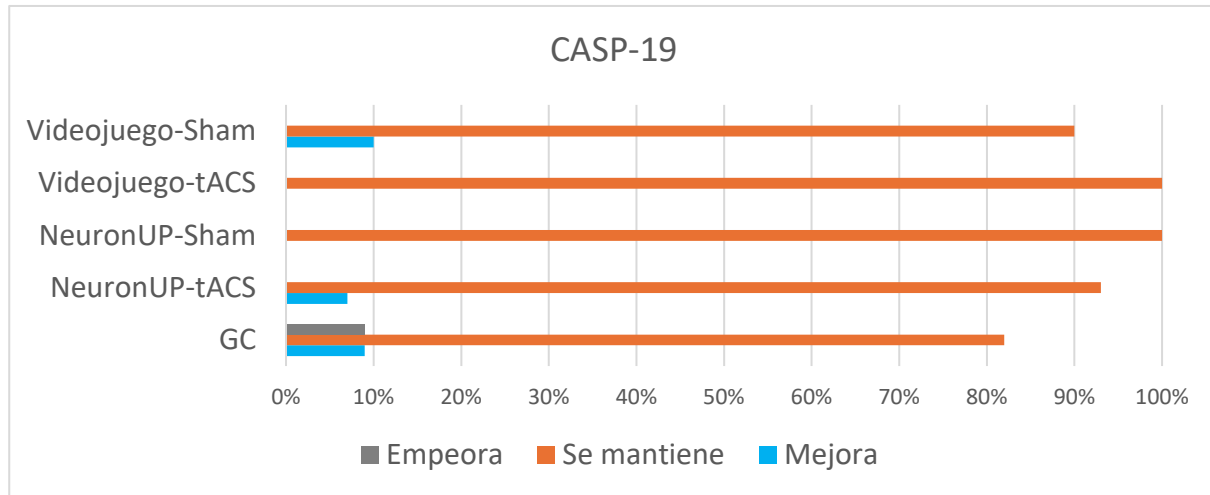
Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en expectativas de eficacia (EAS)



En la medida de percepción de la calidad de vida obtenida del CASP-19 (Figura 10) se observa mejora en un pequeño porcentaje de los grupos GE-Videojuego-Sham, GE-NeuronUP-tACS y GC-activo. Todas las personas participantes de los grupos GE-Videojuego-tACS y GE-NeuronUP-Sham se mantienen y sólo se aprecia un empeoramiento en un pequeño porcentaje del GC-activo.

Figura 10

Porcentaje de participantes que mejoran, se mantienen y empeoran en cada uno de los grupos de intervención en calidad de vida (CASP-19)



Atendiendo a los porcentajes de mejora y empeoramiento observados en cada uno de los grupos considerados se observa que (ver Figura 11): 1) el GC-activo es el único que empeora en las medidas de memoria inmediata (SCIP-S_AVI = 9%), rendimiento mnémico general (T@M = 18%) y calidad de vida (CASP = 9%), con tasas muy elevadas de empeoramiento en la medida de expectativas de eficacia de la intervención (EAS = 36%). Además, únicamente presenta porcentajes de mejora semejantes al resto de grupos en la medida de memoria episódica diferida (SCIP-S_AVD = 18%); 2) el GE-NeuronUP-Sham mejora sensiblemente en la medida de ejecución en memoria prospectiva (MPMT = 56%) pero presenta porcentajes de empeoramiento elevados en expectativas de eficacia (EAS = 22%) y en el rendimiento de memoria prospectiva autoinformada (PRMQ = 33%), medida esta última en la que destacan las mejorías del grupo GE-NeuronUP-tACS (PRMQ = 21%), además de en las de memoria inmediata (SCIP-S_AVI = 43%) y diferida (SCIP-S_AVD = 21%); y 3) el GE-Videojuego-tACS presenta porcentajes elevados de mejora en ejecución en memoria prospectiva (MPMT = 33%), sin embargo en el grupo GE-Videojuego-Sham destacan los porcentajes de mejoría asociados a rendimiento mnémico general (T@M = 30%) y expectativas de eficacia de la intervención (EAS = 40%), con porcentajes de empeoramientos en la medida de memoria diferida (SCIP-AVD = 20%).

Figura 11*Porcentajes de mejora y empeoramiento en los grupos considerados*

En resumen, una proporción de participantes del GC-activo muestra empeoramiento en memoria inmediata (SCIP-S_AVI), rendimiento mnémico general (T@M), calidad de vida (CASP-19) y particularmente en la medida de expectativas de eficacia (EAS), porcentajes de mejora comparables a otros grupos únicamente en memoria diferida (SCIP-S_AVD). El GE-NeuronUP-Sham presenta elevado porcentaje de mejoras en memoria prospectiva (MPMT), aunque también presenta tasas elevadas de empeoramiento en expectativas de eficacia (EAS) y memoria autodeclarada (PRMQ). Por su parte, el GE-NeuronUP-tACS evidencia mejoras en memoria autodeclarada (PRMQ), memoria inmediata (SCIP-S_AVI) y memoria diferida (SCIP-S_AVD). En lo que respecta a los grupos de entrenamiento con videojuego, el GE-Videojuego-tACS muestra porcentajes elevados de mejora en memoria prospectiva (MPMT), mientras que el GE-Videojuego-Sham presenta mejoras en rendimiento mnémico general (T@M) y expectativas de eficacia (EAS), aunque empeoramientos destacados en memoria diferida (SCIP-S_AVD).

Finalmente, a partir del cálculo de ICF, se analizaron las diferencias entre frecuencias observadas y esperadas para cada una de las categorías (i.e., mejora, mantiene, empeora) en virtud del grupo de pertenencia (i.e., GC-activo, GE-NeuronUP-tACS, GE-NeuronUP-Sham, GE-Videojuego-tACS, GE-Videojuego-Sham) utilizando como contraste estadístico el CI (Tabla 9).

Tabla 9

Comparación entre los grupos de las diferencias entre frecuencias observadas y esperadas en las categorías ICF (Nunnally) de “empeora”, “se mantiene” y “mejora”

		GC-activo	GE-NeuronUP-tACS	GE-NeuronUP-Sham	GE-Videojuego-tACS	GE-Videojuego-Sham	Chi-cuadrado	CI	<i>t</i> aproximada
MPMT	Empeora	-2,2	-2,2	-2,2	8,8	-2,2	181,261	0,321*	10,153
	Se mantiene	24	24	-32	-20	4			
	Mejora	-21,8	-21,8	34,2	11,2	-1,8			
PRMQ	Empeora	-6,6	-6,6	26,4	-6,6	-6,6	184,715	0,326*	8,337
	Se mantiene	15	-6	-29	15	5			
	Mejora	-8,4	12,6	2,6	-8,4	1,6			
SCIP-S_AVI	Empeora	7,2	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	69,503	0,098*	4,167
	Se mantiene	-2,2	-18,2	2,8	2,8	14,8			
	Mejora	-6,6	-6,6	26,4	-6,6	-6,6			
SCIP-S_AVD	Empeora	-6,2	-6,2	4,8	-6,2	13,8	75,519	0,156*	7,630
	Se mantiene	0,4	-2,6	-3,6	7,4	-1,6			
	Mejora	5,8	8,8	-1,2	-1,2	-12,2			
T@M	Empeora	14,4	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	141,751	0,281*	7,312
	Se mantiene	-13,4	13,6	2,6	13,6	-16,4			
	Mejora	-1	-10	1	-10	20			
EAS	Empeora	18,8	-10,2	4,8	-6,2	-7,2	99,567	0,117*	5,791
	Se mantiene	-3,6	11,4	-0,6	10,4	-17,6			
	Mejora	-15,2	-1,2	-4,2	-4,2	24,8			
CASP	Empeora	7,2	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	56,682	0,200*	5,205
	Se mantiene	-11	0	7	7	-3			
	Mejora	3,8	1,8	-5,2	-5,2	4,8			

Nota. GC-activo = grupo control-activo; GE-NeuronUP-tACS: grupo experimental que combina NeuronUP con tACS; GE-NeuronUP-Sham: grupo experimental que combina NeuronUP con placebo; GE-Videojuego-tACS: grupo experimental que combina Videojuego con tACS; GE-NeuronUP-Sham: grupo experimental que combina Videojuego con placebo; CI = coeficiente de incertidumbre; MPMT = Miami Prospective Memory Test; PRMQ = Prospective and Retrospective Memory Questionnaire; SCIP-S = Screening for Cognitive Impairment in Psychiatry; AVI = aprendizaje verbal inmediato; AVD = aprendizaje verbal diferido; T@M = Test de alteración de la memoria; EAS = Expectations Assessment Scale; CASP-19 = Control, Autonomy, Self-Realization and Pleasure; * $p < 0,001$

La comparación de las diferencias entre frecuencias observadas y esperadas en las categorías de ICF de “empeora”, “se mantiene” y “mejora” entre los grupos considerados resultó significativa en todos los casos y, por lo tanto, el conocimiento del grupo al que pertenece cada participante permite reducir la incertidumbre dentro de un rango que va del 9% (observado en la medida SCIP-S_AVI) y el 32% (observado en la medida PRMQ).

El análisis de las diferencias entre las frecuencias observadas y esperadas en las categorías de “empeora” y “mejora” (los valores de la categoría “se mantiene” son subsidiarios de los valores en las categorías “mejora” y “empeora”, y, por lo tanto, no se comentan) indican que:

- 1) GC-activo: El GC-activo presenta frecuencias observadas en más de 10 puntos por encima de las esperadas (signo +) en la categoría “empeora” de las medidas de rendimiento mnémico general ($T@M = 14,4\%$) y expectativas de eficacia ($EAS = 18,8\%$), pero nunca en la de “mejora”, categoría en la que, al contrario, se aprecian frecuencias esperadas en más de 10 puntos por encima de las observadas (signo -) en las medidas de ejecución en memoria prospectiva ($MPMT = -21,8\%$) y expectativas de eficacia ($EAS = -15,2\%$).
- 2) GE-NeuronUP: El grupo GE-NeuronUP-tACS presenta frecuencias observadas en más de 10 puntos por encima de las esperadas (signo +) en la categoría de “mejora” en memoria episódica autoinformada ($PRMQ = 12,6\%$), pero presenta frecuencias esperadas en más de 10 puntos por encima de las observadas (signo -) en esta categoría en las medidas de ejecución en memoria episódica prospectiva ($MPMT = -21,8\%$). El GE-NeuronUP-Sham presenta frecuencias observadas en la categoría de “mejora” en más de 30 puntos por encima de las esperadas en memoria prospectiva ($MPMT = 34,2\%$) y por encima de 20 en memoria inmediata ($SCIP-S_AVI = 26,4\%$) y, sin embargo, en la categoría “empeora” se observa que las frecuencias observadas están más de 20 puntos por encima de las esperadas para la medida de memoria episódica autodeclarada ($PRMQ = 26,4\%$).
- 3) GE-Videojuego: El grupo GE-Videojuego-tACS presenta frecuencias observadas en más de 10 puntos por encima de las esperadas (signo +) en la categoría de “mejora” en ejecución de memoria episódica prospectiva ($MPMT = 11,2\%$) pero presenta frecuencias esperadas en más de 10 puntos por encima de las observadas (signo -) en esta categoría en la medida de rendimiento mnémico general ($T@M = -10\%$). Por el contrario, el grupo GE-Videojuego-Sham presenta frecuencias observadas en más de 10 puntos por encima de las esperadas (signo +) en la categoría de “mejora” en las medidas de cognición general ($T@M = 20\%$) y expectativas de eficacia ($EAS = 24,8\%$), pero presenta frecuencias esperadas en más de 10 puntos por encima de las observadas (signo -) en esta categoría en memoria episódica diferida ($SCIP-S_AVD = -12,2\%$), así como un empeoramiento por encima del esperado en esta misma variable ($13,8\%$).

En resumen, se confirma que una proporción considerable de participantes del GC-activo no se beneficiaron significativamente de la actividad formativa, observándose empeoramientos en rendimiento mnémico general ($T@M$) y expectativas de eficacia (EAS), y mejoras por debajo de las esperadas en medidas de ejecución en memoria episódica prospectiva ($MPMT$) y, de nuevo, en expectativas de eficacia (EAS). Por su parte, una proporción de participantes del GE-NeuronUP-tACS mejora en memoria episódica autodeclarada ($PRMQ$), pero una proporción también importante no alcanza las frecuencias esperadas en ejecución en memoria episódica prospectiva ($MPMT$). Sin embargo, en el GE-NeuronUP-Sham sí mejora una proporción elevada de participantes en esta última medida de ejecución en memoria episódica prospectiva ($MPMT$), además de en la de memoria inmediata ($SCIP-S_AVI$), pero no en medidas de memoria episódica autodeclarada ($PRMQ$), en las que la proporción de empeoramientos está por encima de lo esperado. En los grupos experimentales con el videojuego *Tras la huella del tiempo*, en

el grupo con tACS de nuevo se observa una mejora en ejecución de memoria prospectiva (MPMT) en una proporción elevada de participantes, pero mejoras por debajo de las esperadas en rendimiento mnémico general en una elevada proporción de participantes. Sin embargo, en el grupo Sham se observa un empeoramiento por encima de lo esperado en medidas de ejecución de memoria diferida (SCIP-S_AVD) y porcentajes de mejora por encima de lo esperado en medidas de rendimiento mnémico general y expectativas de eficacia, estas últimas ya observadas en el grupo NeuronUP-Sham.

9 DISCUSIÓN

En esta investigación se describe el proceso de codiseño, y el análisis de interacción y eficacia del videojuego narrativo *Tras la huella del tiempo*. La presente discusión está estructurada de acuerdo con estos tres estudios, y en ella se van abordando los objetivos establecidos. Finalmente, se identifican las limitaciones encontradas en el desarrollo de este trabajo y se proponen distintos aspectos que deberían ser explorados en futuras investigaciones.

9.1 ESTUDIO 1. PREFERENCIAS ESTÉTICAS Y ARGUMENTALES

En el Estudio 1 se estudiaron las preferencias en relación con las características de los videojuegos en personas mayores. Una de las principales limitaciones manifestadas en la literatura interesada en estudiar las preferencias generales de las personas mayores en el ámbito de las TIC y los videojuegos tiene que ver con el hecho de que sean escasas las investigaciones que las abordan (Rienzo y Cubillos, 2020; Salmon et al., 2017) y además, cuando se hace, habitualmente se pide opinión sin mostrar ejemplos, ideas o prototipos concretos (Blocker et al., 2014; De Schutter et al., 2015; Gerling et al., 2012; Pyae, 2016; Rienzo y Cubillos, 2020). Los resultados obtenidos en este estudio con respecto al objetivo 1 de esta investigación, muestran que las personas mayores participantes valoran positivamente aquellos videojuegos que son fáciles de usar, comprensibles, intuitivos y no frustrantes. Esto coincide con la literatura previa, que señala la preferencia de este grupo por interfaces simples, instrucciones claras y mecánicas de juego intuitivas y ajustadas a sus capacidades, evitando controles complejos o menús extensos que pueden generar frustración (Pham y Theng, 2012; Salmon et al., 2017; Silva et al., 2015). Asimismo, la inclinación de esta población hacia dispositivos táctiles concuerda con los hallazgos de investigaciones anteriores, que destacan una mayor accesibilidad de este formato en comparación con el empleo de mandos o joysticks tradicionales (De Schutter y Malliet, 2014; Gerling et al., 2012; Wang, 2024a). Los/as participantes de este estudio también valoraron la inclusión de pistas o recordatorios para reducir la carga cognitiva, la retroalimentación sobre el progreso y las opciones de personalización, elementos que han sido identificados en la literatura como facilitadores de la accesibilidad y el compromiso (Blocker et al., 2014; Nap et al., 2009; Nguyen et al., 2025; Zhang et al., 2019a). En esta línea, Chen y cols. (2025) y Wang (2024a) destacan la necesidad de incluir tutoriales claros y fáciles de comprender para favorecer la experiencia y la participación, aspecto que se ha tenido en cuenta en el diseño posterior del videojuego. La consideración de estos aspectos posibilitó que los/as participantes de este estudio manifestaran su acuerdo con la propuesta del videojuego, percibiéndolo como fácil de usar (61,6%), y fácil de controlar (69,3%) a través de la pantalla táctil.

En relación con los aspectos estéticos y narrativos, los resultados ponen de manifiesto la importancia de que el videojuego sea visual y narrativamente atractivo. Las personas participantes evidenciaron una clara preferencia por fondos luminosos y realistas, así como por avatares detallados y personajes humanos reconocibles. Asimismo, el argumento del videojuego *Tras la huella del tiempo* fue especialmente bien valorado por su interés cultural y su simplicidad, facilitando una conexión emocional con experiencias vitales y contenidos significativos, un factor motivador clave. En esta línea, estudios previos ya han señalado las preferencias de esta población por narrativas sencillas y escenarios familiares y realistas, así como la inclusión de personajes humanos con los que se pudieran identificar (Rienzo y Cubillos, 2020; Wang, 2024a; Zhang et al., 2019a).

En relación con el género del videojuego, en el diseño preliminar de este videojuego se optó por una propuesta de aventura relajada, aspecto que fue valorado muy positivamente. En esta línea, estudios previos evidencian el interés de esta población por juegos de aventura (Wang, 2024a) y juegos pausados (e.g., rompecabezas), frente a juegos de acción rápida (e.g., disparos y deportivos) (Blocker et al., 2014; Chesham et al., 2017; McKay y Maki, 2010; Nap et al., 2009; Rienzo y Cubillos, 2020; Salmon et al., 2017). Nuestros resultados respaldan el rechazo de las personas mayores a productos que incluyan contenido sexual o violento (Blocker et al., 2014; Chesham et al., 2017; McKay y Maki, 2010; Nap et al., 2009).

Debe tenerse en cuenta, no obstante, que la aceptación de la aventura narrativa por parte de las personas mayores puede ser compatible con otros géneros como los juegos de estrategia o los *exergames*, tal y como algunos estudios han venido señalando (Blocker et al., 2014; Chesham et al., 2017; Nap et al., 2009; Wang, 2024a).

Las personas mayores manifestaron su preferencia por videojuegos que no solo diviertan y entretengan, sino que estimulen sus capacidades cognitivas, refuercen la memoria y contribuyan a un envejecimiento activo. En esta línea, el 76,9% de los/as participantes señaló que el videojuego presentado podría ser útil para trabajar la memoria y otras funciones cognitivas y que utilizando programas como el presentado podrían disfrutar y pasárselo bien. En la literatura se evidencia un consenso general en relación con esta cuestión, ya que se evidencia un claro interés por juegos diseñados con propósitos de entretener, promover la interacción familiar y social y mantenerse física y mentalmente activos/as (Blocker et al., 2014; Boot et al., 2020; Chesham et al., 2017; Rienzo y Cubillos, 2020; Salmon et al., 2017).

Otro aspecto relevante que valoran las personas mayores está relacionado con el aspecto social. En este sentido, ofrecer la posibilidad de jugar con otras personas, colaborar o compartir la experiencia fue un aspecto altamente valorado. Esto está en línea con trabajos que destacan la importancia del juego en grupo para incrementar la socialización, la motivación, la autoestima y el bienestar emocional (Aarhus et al., 2011; Beauchamp et al., 2007; De Schutter y Vandabeele, 2008; Wang, 2024a).

9.2 ESTUDIO 2. INTERACCIÓN DE USUARIO/A CON EL VIDEOJUEGO

El estudio sobre la experiencia que el/la usuario tiene con una primera versión del videojuego evidenció experiencias positivas propiciadas por un dispositivo adecuado y con características adecuadas de usabilidad (e.g., fácil de usar, de acceder, instrucciones claras), que contribuyeron a generar, a su vez, experiencias emocionales positivas (e.g., afecto positivo, inmersión, disfrute, sentimiento de competencia). La tableta se consideró una herramienta adecuada para la interacción con el videojuego.

En cuanto a la usabilidad, las personas participantes manifestaron una alta satisfacción y motivación con la experiencia de juego. Entre las principales características que facilitaron esta gran aceptación destacaron aspectos relacionados con la simplicidad de la interacción (facilidad de uso e instrucciones disponibles y claras), y el diseño atractivo del videojuego. Sin embargo, otros estudios con participantes en riesgo de demencia han informado de experiencias de uso negativas con ECC (Chen et al., 2025; McCallum y Bolestsis, 2013) debido a que los controles, interfaces y diseños no estaban adaptados a esta población. La experiencia positiva es consistente con la consideración de las preferencias de las personas mayores a la hora de diseñar el videojuego, y con las medidas adoptadas para reducir las dificultades de interacción con la tecnología por ellos/as declaradas. En este sentido, Chen y cols. (2025) destacaban la importancia de incluir instrucciones, retroalimentación y adaptaciones específicas para esta población, cuestiones que se han tenido en cuenta en el videojuego que se presenta en este trabajo.

Adaptar el ECC a las características particulares de las personas mayores es un aspecto especialmente importante para una experiencia de uso positiva. En esta línea, se ha resaltado la importancia de mejorar la comprensión del argumento, prestar apoyos e instrucciones claras y facilitar el manejo, incluso en personas sin deterioro cognitivo (Souders et al., 2015).

Relacionado con esta experiencia de uso satisfactoria, las personas participantes también informaron de una experiencia emocional positiva durante el juego. La mayor parte de los/as participantes manifestaron sentirse competentes al mismo tiempo que disfrutaban de la experiencia, sintiéndose emocionalmente satisfechos/as con ella. En este caso, las sensaciones negativas informadas fueron escasas. La literatura revisada identifica estos aspectos como factores claves para la adherencia en un programa de ECC (Adcock et al., 2020; Kakoutopoulos et al., 2025; Nap et al., 2014). Puesto que la experiencia emocional está muy ligada a la experiencia de uso, vuelve a tener relevancia la adaptabilidad de los programas de ECC a la población objetivo. En esta línea, si las personas mayores tienen una experiencia de uso negativa, en la que la interacción le resulte compleja, se van a sentir más frustrados/as y van a experimentar más emociones negativas (Adcock et al., 2020; Kakoutopoulos et al., 2025; Nap et al., 2014; Souders et al., 2015), frente a aquellas que experimentan que el juego es fácil, que favorecerán mayores sentimientos de competencia (Ryan et al., 2006).

La mayor parte de las personas participantes en este estudio también manifestaron sentirse inmersas y en *flow*. La creación de un entorno y argumento realista que resulte significativo para los/as participantes con tareas integradas que favorezcan la inmersión de la persona que juega, favorece la implicación sensorial y emocional (Adcock et al., 2020; Blocker et al., 2014; Rienzo y Cubillos, 2020; Wang, 2024a; Zhang et al., 2019a). Asimismo, estudios previos han resaltado la importancia de que las personas participantes se sientan conectadas con contenidos que tengan significación para ellas, favoreciendo la adherencia a los programas de entrenamiento (Blocker et al., 2014; Nap et al., 2009; Salmon et al., 2017).

9.3 ESTUDIO 3. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL VIDEOJUEGO *TRAS LA HUELLA DEL TIEMPO*

La comparación pre- y post-intervención no paramétrica realizada sugiere que todos los grupos experimentaron algún tipo de cambio significativo. Todos los GE e incluso el GC-activo presentaban mejoras en distintas medidas de memoria y funciones ejecutivas evaluadas, destacando el grupo GE-NeuronUP-Sham, que es el que presenta mayor número de medidas que alcanzan la significación estadística previa corrección Bonferroni. Por otro lado, también resalta el descenso en las expectativas de eficacia observada en el GC-activo. Estos resultados están en línea con los efectos positivos del ECC en funciones ejecutivas y en diversas áreas de la memoria que se han informado de forma consistente en estudios RCT realizados con personas mayores con distinto nivel de funcionamiento cognitivo (Baquero et al., 2022; Hardy et al., 2015; Liu et al., 2022; Nouchi et al., 2012; Peretz et al., 2011; Wu et al., 2023). No obstante, conviene tener en cuenta que la evidencia metaanalítica disponible (Gates et al., 2020; Hu et al., 2019; Lampit et al., 2014; Nguyen et al., 2019; Tetlow y Edwards, 2017; Toril et al., 2014) coincide en destacar una elevada heterogeneidad entre estudios que impide sacar conclusiones claras sobre la eficacia y los factores que pueden modularla (e.g., duración, frecuencia, tipología de tareas, nivel educativo).

Los resultados de estas comparaciones preliminares pre- y post-intervención deben tomarse con mucha precaución, ya que se descartan tras el ajuste Bonferroni realizado para reducir la probabilidad de cometer error Tipo I. El uso de un enfoque ideográfico en el análisis de la eficacia (Jacobson y Truax, 1992) ha permitido realizar una estimación de la eficacia a nivel individual, si bien la totalidad de medidas de funcionamiento ejecutivo, y otras relativas a la funcionalidad y síntomas psicológicos-comportamentales empleadas en este estudio no

disponían de las propiedades psicométricas necesarias para el cálculo del ICF, y han tenido que ser excluidas de estos análisis.

El cálculo del ICF permitió confirmar que la gran mayoría de los/as participantes se mantienen estables en la totalidad de variables consideradas. Este resultado concuerda con los hallados por otros de estudios de eficacia de ECC, los cuales registran puntuaciones estables o efectos de pequeños a moderados (Akyol et al., 2025; Gates et al., 2020; Hill et al., 2017; Lampit et al., 2014; Tetlow y Edwards, 2017; Toril et al., 2014; Yang et al., 2021b; Yu y Chan 2021; Zhang et al., 2019b). Además, el intervalo pre-post intervención favorece la estabilidad que se ha estimado, de 4-5 años, tanto para las personas sin deterioro cognitivo objetivo como para el DCL (Qin et al., 2022; Wang et al., 2024c). Por otro lado, buena parte de los/as participantes que empeoraban pertenecían al GC-activo, observándose específicamente en medidas de memoria inmediata, rendimiento mnémico general, calidad de vida, y muy especialmente en la medida de expectativas de eficacia de la intervención. Los análisis dirigidos a verificar la significación de las diferencias entre las frecuencias observadas y esperadas en las categorías de “mejora” y “empeora” con relación al grupo de pertenencia confirmaron estos resultados, mostrando empeoramientos mayores de los esperados en rendimiento mnémico general y expectativas de eficacia en el GC-activo, así como mejoras significativamente por debajo de las esperadas en memoria prospectiva.

Aunque los porcentajes de mejora en memoria episódica diferida en el GC-activo, equivalentes a las observadas en algún grupo experimental, ponen en valor la participación en actividades educativo-culturales y sociales, y su contribución al mantenimiento del estado cognitivo en personas mayores (Fratiglioni et al., 2004), el empeoramiento observado en una mayor proporción de participantes del GC-activo en muchas de las medidas consideradas respalda la importancia de participar en programas de EC específicos y sistematizados (Lampit et al., 2014; Rebok et al., 2014). En concordancia con estudios previos (Kelly et al., 2014; Lampit et al., 2014; Rebok et al., 2014; Yun y Ryu, 2022), las propuestas de ECC específicas han mostrado tener beneficios en una mayor proporción de participantes.

En cuanto a los grupos experimentales, en el grupo GE-NeuronUP-Sham, la mayor proporción de mejoras se producen en el rendimiento en memoria prospectiva y los empeoramientos se observan sobre todo en memoria episódica autodeclarada, así como en expectativas de eficacia. En cambio, cuando se combina con tACS, el grupo GE-NeuronUP mejora en memoria episódica autodeclarada, mejorando también el rendimiento en memoria inmediata y diferida. Por el contrario, en el GE-Videojuego buena parte de las mejoras se producen en rendimiento en memoria prospectiva cuando se combina con tACS, mientras que en el GE-Videojuego-Sham se produce empeoramiento de una proporción considerable de participantes en rendimiento en memoria episódica diferida, mejorando en un número apreciable de participantes en rendimiento mnémico general y expectativas de eficacia. La diferencia entre frecuencias esperadas y observadas en las categorías de “mejora” y “empeora” confirman porcentajes significativos de mejora en medidas mnémicas tanto subjetivas como objetivas en los grupos GE-NeuronUP y GE-Videojuego, tal y como se ha señalado en estudios previos (Hardy et al., 2015; Nouchi et al., 2012; Peretz et al., 2011; Wolinsky et al., 2013). Asimismo, aunque no de un modo tan generalizado como el observado en el GC-activo, en todos los grupos experimentales se observan porcentajes de participantes significativamente por debajo de lo esperado de nuevo, tanto en medidas mnémicas subjetivas como objetivas. Estos resultados sugieren, por un lado, que los/as participantes que experimentan tanto ganancias como pérdidas por encima de las esperadas podrían estar condicionadas específicamente por el tipo de ECC recibido y, por otro lado, que podrían estar poco afectadas por los procesos de transferencia cercana en las habilidades mnémicas relacionadas que se han considerado. Aunque algunos estudios sugieren que

los beneficios de la ECC podrían extenderse al rendimiento en tareas similares a las entrenadas (Bonnechère et al., 2020; Gates et al., 2020; Toril et al., 2014; Zuschnegg et al., 2023), en nuestro estudio no se observan indicios de que esto ocurra.

En esta línea, el tipo de ECC y su combinación con tACS podrían estar asociados a algunos patrones de variación observados en los resultados obtenidos. Así, la medida autoinformada del rendimiento en memoria prospectiva y retrospectiva en el grupo GE-NeuronUP mejora cuando se combina con tACS y empeora en condición Sham. Los beneficios de la intervención en rendimiento en memoria prospectiva parecen variar en virtud de la combinación específica de ECC con tACS, ya que se observan beneficios en una proporción importante de participantes que reciben NeuronUP en condición Sham y, en cambio, los beneficios afectan a una considerable cantidad de participantes que reciben Videojuego sólo cuando se combina con tACS. Adicionalmente, los cambios en las expectativas de eficacia parecen asociarse fundamentalmente con la modalidad de ECC en condición Sham, mejorando en una proporción considerable de participantes que reciben videojuego, mientras que en los/as que reciben NeuronUP se observa un empeoramiento en una proporción considerable de participantes. Existe evidencia previa sobre la eficacia del ECC en la percepción subjetiva de mejora en las personas mayores evaluada a través de pruebas autoinformadas (Hardy et al., 2015; Wolinsky et al., 2013). Asimismo, es abundante la literatura que informa de efectos positivos del ECC en medidas de rendimiento en memoria objetiva (Hardy et al., 2015; Nouchi et al., 2012; Peretz et al., 2011), incluida la memoria prospectiva (Small et al., 2012). No obstante, los patrones de resultados descritos sugieren la existencia de diferencias en la eficacia en relación con el tipo de ECC y su combinación con tACS. Especulamos con la posibilidad de que la mejora observada en las medidas autodeclaradas de memoria episódica observadas en el GE-NeuronUP podría tener que ver con un efecto potenciador de la tACS (Hou et al., 2025), en asociación con la retroalimentación constante y explícita que se produce en esta modalidad de intervención, y que acentúa la toma de conciencia del sentido de logro de los/as participantes (Boot et al., 2016). Aunque en el videojuego también se produce retroalimentación, la necesidad de trasladarse a través de escenarios, explorar el entorno o interactuar con personajes hace que la realización de actividades de entrenamiento sea menos intensiva, y también la oportunidad de recibir retroalimentación sobre la ejecución.

En cuanto a las mejoras en las medidas objetivas de rendimiento en memoria episódica, parece que el entrenamiento más intensivo y descontextualizado asociado a NeuronUP produce mejoras en una proporción considerable de sujetos en ausencia de tACS, mientras que la intervención con el videojuego a través de una intervención menos intensiva y más contextualizada produce mejoras en el rendimiento mnémico de una cantidad considerable de participantes cuando se combina con tACS. En este caso, la tACS podría ver sus efectos disminuidos sobre el rendimiento mnémico, pero mejorar la percepción de mejora mnémica cuando, como ocurre en el videojuego, la práctica o entrenamiento cognitivo es menos intensa y más espaciada. Por el contrario, la práctica o entrenamiento intensivos que se dan en NeuronUP en combinación con tACS podría potenciar la mejora en el rendimiento de memoria episódica, pero reducir la percepción de mejora mnémica. En este sentido, actividades con diferentes niveles de intensidad y demandas cognitivas se asociarían con la activación de redes neuronales específicas que podrían interactuar de forma distinta en la estimulación por tACS, condicionando los efectos de ese entrenamiento (Antal et al., 2017). Aunque los entrenamientos se asocian a la estimulación de funciones cognitivas específicas, estas podrían dar lugar a la activación de redes neuronales parcialmente distintas o que difieren en su carga metacognitiva, influyendo de forma diferencial en el rendimiento objetivo y en la percepción subjetiva del mismo. Así, pueden producirse mejoras en la experiencia subjetiva sin que existan mejoras similares en el rendimiento

objetivo, por lo que es importante considerar la interacción entre el tipo de tarea y la estimulación aplicada (Schwarz y Büchel, 2015).

Respecto a los cambios observados en las expectativas de eficacia, a diferencia de estudios previos en los que se observan disminuciones tras la intervención con ECC (Ballesteros et al., 2017; Goghari y Lawlor-Savage, 2018; Rabipour, 2018a), nuestros resultados informan de mejoras en una elevada proporción de participantes del grupo GE-Videojuego-Sham y una elevada proporción de empeoramientos en el grupo NeuronUP-Sham. La mejora de las expectativas en el grupo de videojuego podría tener que ver con el hecho de que el entrenamiento con el videojuego favorezca más el sentimiento de inmersión y autoeficacia que el que proporciona la realización de micro juegos descontextualizados (Ryan et al., 2006). Revisiones y estudios previos en personas mayores muestran que entornos inmersivos como el que se contempla en el videojuego presentado, aumentan el compromiso y la motivación (Song et al., 2023), factores que también podrían favorecer el desarrollo de una percepción de mayor eficacia en el videojuego. Estos resultados se observan en las condiciones experimentales con placebo, sugiriendo que el ECC con tACS podría propiciar que los/as participantes se centren más en las sensaciones que provoca esta estimulación (Antal et al., 2017) y solo la condición placebo permitiría que factores como el grado de inmersión y motivación más asociados al ECC con videojuego pudiesen incrementar las expectativas de eficacia (Boot et al., 2016; Rabipour et al., 2018a).

9.4 LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio realizado presenta algunas limitaciones que se deben tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados. La principal limitación está asociada al reducido tamaño de la muestra en el estudio de análisis de la eficacia (i.e., Estudio 3), y que ha perturbado el proceso de aleatorización del estudio experimental y ha limitado la capacidad para comparar los grupos con suficiente potencia estadística en las medidas de eficacia consideradas. La disminución de la muestra fue provocada por la situación de pandemia asociada al COVID-19 y las medidas de confinamiento y prevención del contagio subsiguientes (ver sección 7.3.3), que ha sido recurrente en estudios realizados en ese período temporal, específicamente los realizados con personas mayores (Bonnechère et al., 2020; Yang et al., 2021b).

La disminución muestral también provocó que los grupos que inicialmente se distribuyeron de forma equitativa en relación con el grupo diagnóstico (i.e., DCS, DCL) finalmente se conformaron por un porcentaje muy elevado de personas con DCS y escaso o incluso con ninguna persona con DCL en alguno de los grupos. Esta circunstancia también impidió el análisis de la eficacia en relación con el estatus cognitivo de los/as participantes. El hecho de que la muestra se conformase por mayor número de personas con DCS podría estar influenciando en los resultados, puesto que el rendimiento inicial de estos/as participantes es mayor y podrían presentar un menor margen de mejora (Hu et al., 2019). La adopción del enfoque ideográfico para analizar las posibles ganancias por medio del cálculo de índices de cambio fiable provocó el descarte de medidas e instrumentos, específicamente de funcionamiento ejecutivo, de los que no se disponía de los valores psicométricos precisos para realizar los mencionados análisis.

En cuanto al diseño de la intervención, no pudieron realizarse evaluaciones de seguimiento que permitiesen la monitorización de los efectos de la intervención a 12 y 24 meses, sobre todo en los grupos que se mantienen o mejoran. Convendría llevar a cabo un nuevo estudio RCT que retomase los parámetros de diseño metodológico establecidos originalmente para el estudio.

Respecto al Estudio 2, los análisis de interacción de usuario/a con el videojuego se centraron en la experiencia inmediata, por lo que no se han podido analizar los efectos a largo plazo en la motivación para jugar o la adherencia de las personas participantes.

El videojuego diseñado también presenta algunas limitaciones, una de ellas está relacionada con la disponibilidad de apoyo multimodal a través del cual las personas participantes pudieran recibir instrucciones de forma tanto escrita como oral. Además, sería recomendable establecer mecanismos por los cuales se pudiera ir incrementando la dificultad de forma automatizada, atendiendo al rendimiento en cada momento de la persona que está jugando. Asimismo, convendría mejorar el componente social favoreciendo que el videojuego posibilitara el juego en grupo, así como la oportunidad de jugar en línea. Respecto a la adecuación del dispositivo utilizado, sería recomendable ampliar las opciones de herramientas en las que se pueda usar el videojuego, puesto que fue diseñado para su uso a través de tableta.

10 CONCLUSIONES GENERALES

En la presente tesis doctoral se presenta un videojuego diseñado para el ECC de la memoria y de las funciones ejecutivas de personas con DCS y DCL, teniendo en cuenta las preferencias estéticas y argumentales de las personas mayores. Se plantean distintos estudios o fases interdependientes para su desarrollo:

En el Estudio 1 se exploraron las preferencias y uso de tecnologías de las personas mayores objeto de estudio. A partir de los resultados observados, se concluye que las personas mayores:

- Prefieren videojuegos fáciles, entretenidos y visualmente atractivos.
- Valoran tener disponibles pistas y/o ayudas y también poder consultar su progreso.
- Rechazan contenidos violentos o sexuales.
- Respecto a las preferencias estéticas, se inclinan por fondos y avatares realistas y valoran que el argumento tenga interés cultural y se entienda fácilmente.

A partir de estos hallazgos fue posible diseñar el videojuego *Tras la huella del tiempo*, atractivo, comprensible y adaptado a las necesidades cognitivas y emocionales de personas mayores con DCS y DCL. En el Estudio 2 se analizó la interacción de los/as usuarios/as con el videojuego diseñado, concluyendo que la experiencia de uso fue positiva y la experiencia emocional fue satisfactoria debido a que:

- Consideraron la tableta como un dispositivo idóneo para jugar.
- Percibieron que era fácil jugar, valoraron la disponibilidad de instrucciones fáciles, claras, su atractivo visual y la posibilidad de jugar de forma autónoma.
- La inmersión favorecida por la naturaleza narrativa del videojuego favoreció la motivación y la experiencia emocional positiva.

Una vez analizada la idoneidad del videojuego para su uso en la población de interés, se llevó a cabo el estudio piloto de eficacia en personas mayores con DCS y DCL. De la comparación de los efectos del videojuego con una intervención de ECC tradicional (i.e., NeuronUP), ambos combinados con tACS, y un grupo de control activo, se concluye que:

- La mayor parte de participantes del estudio, independientemente del grupo de pertenencia, se mantienen estables en las medidas consideradas.
- Los/as participantes del GC-activo son los que presentan mayores proporciones de empeoramiento tanto en medidas de rendimiento episódico como de expectativas de eficacia.
- Se observan proporciones de participantes con mejoras y con empeoramientos en todos los grupos experimentales en medidas de rendimiento mnémico objetivo y subjetivo, y expectativas de eficacia.
- Los/as participante del GE-NeuronUP-tACS mejoran más de lo esperado en memoria episódica autodeclarada, y menos de lo esperado en memoria prospectiva, mientras que NeuronUP-Sham empeoran más de lo esperado en memoria episódica autodeclarada, y mejoran más de lo esperado en memoria prospectiva.
- Una proporción importante de participantes del GE-Videojuego-Sham mejora más de lo esperado en rendimiento mnémico general pero menos de lo esperado con tACS.
- Las expectativas de eficacia mejoraron de forma importante en el GE-Videojuego-Sham y empeoraron en el GE-NeuronUP-Sham.

Bibliografía

- Aarhus, R., Grönvall, E., Larsen, S., & Wollsen, S. (2011). Turning training into play: Embodied gaming, seniors, physical training and motivation. *Gerontechnology*, 10(2), 110-120. <https://doi.org/10.4017/gt.2011.10.2.005.00>
- Abubaker, M., Qasem, W. A., & Kvašňák, E. (2021). Working memory and cross-frequency coupling of neuronal oscillations. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 756661. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.756661>
- Adcock, M., Sonder, F., Schättin, A., Gennaro, F., & De Bruin, E. D. (2020). A usability study of a multicomponent video game-based training for older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, 17(3), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s11556-019-0233-2>
- Age UK. (2024, June). *Internet use statistics-Facts and figures about digital inclusion and older people*. <https://www.ageuk.org.uk/siteassets/documents/reports-and-publications/reports-and-briefings/active-communities/internet-use-statistics-june-2024.pdf>
- Agüera-Ortiz, L. A., & Álvarez, J. L. (2017). Deterioro comportamental leve: un nuevo concepto para las fases prodrómicas de la demencia. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 52(Suppl. 1), 24-27. [https://doi.org/10.1016/s0211-139x\(18\)30076-3](https://doi.org/10.1016/s0211-139x(18)30076-3)
- Ahonniska, J., Ahonen, T., Aro, T., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2000). Repeated assessment of the Tower of Hanoi test: Reliability and age effects. *Assessment*, 7(3), 297-310. <https://doi.org/10.1177/107319110000700308>
- Akter, S. B., Akter, S., Hasan, R., Hasan, M. M., Islam, A. M. T., Pias, T. S., Fernández, J. F., Alam, M. G. R., & Eisenberg, D. (2025). Early detection of subjective cognitive decline from self-reported symptoms: An interpretable attention-cost fusion approach. *Journal of Biomedical Informatics*, 162, Article 104770. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2024.104770>
- Akyol, M. A., Küçükgülçü, Ö., Işık, A. T., & Yener, G. (2025). The efficacy of the computer-based multi-domain cognitive training program on the cognitive performance of healthy older adults: A pilot randomized controlled study. *European Journal of Geriatrics and Gerontology*, 7(1), 11-20. <https://doi.org/10.4274/ejgg.galenos.2024.2023-10-5>
- Al Qasem, W. A., Abubaker, M., & Kvašňák, E. (2022). Working memory and transcranial-alternating current stimulation-state of the art: Findings, missing, and challenges. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 822545. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.822545>
- Albert, M., DeKosky, S. T., Dickson, D. W., Dubois, B., Feldman, H., Fox, N. C., Gamst, A., Holtzman, D. M., Jagust, W. J., Petersen, R. C., Snyder, P. J., Carrillo, M. C., Thies, B., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7(3), 270-279. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.008>
- Alexander, M., Perera, G., Ford, L., Arrighi, H. M., Foskett, N., Debove, C., Novak, G., & Gordon, M. F. (2015). Age-stratified prevalence of mild cognitive impairment and dementia in European populations: A systematic review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 48(2), 355-359. <https://doi.org/10.3233/jad-150168>
- Allain, P., Nicoleau, S., Pinon, K., Etcharry-Bouyx, F., Barré, J., Berrut, G., Dubas, F., & Gall, D. L. (2004). Executive functioning in normal aging: A study of action planning using the Zoo Map Test. *Brain and Cognition*, 57(1), 4-7. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.011>
- Alonso, T. V., Espí, M. M., Reina, J. M., Pérez, D. C., Pérez, A. R., Costa, M. G., Maside, A. L., Antón, E. A., Alonso, J. L., & Gil, M. F. (2016). Prevalencia de deterioro cognitivo

- en España. Estudio Gómez de Caso en redes centinelas sanitarias. *Neurología*, 33(8), 491-498. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2016.10.002>
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Association. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Amieva, H., Goff, M. L., Millet, X., Orgogozo, J. M., Pérès, K., Barberger-Gateau, P., Jacqmin-Gadda, H., & Dartigues, J. F. (2008). Prodromal Alzheimer's disease: Successive emergence of the clinical symptoms. *Annals of Neurology*, 64(5), 492-498. <https://doi.org/10.1002/ana.21509>
- An, J., Zhu, X., Wan, K., Xiang, Z., Shi, Z., An, J., & Huang, W. (2024). Older adults' self-perception, technology anxiety, and intention to use digital public services. *BMC Public Health*, 24(1), Article 3533. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-21088-2>
- An, R., Gao, Y., Huang, X., Yang, Y., Yang, C., & Wan, Q. (2023). Predictors of progression from subjective cognitive decline to objective cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *International Journal of Nursing Studies*, 149, Article 104629. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2023.104629>
- Anderson, M., & Perrin, A. (2017, May 17). *Tech adoption climbs among older adults*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/internet/2017/05/17/tech-adoption-climbs-among-older-adults/>
- Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., Kong, E., Larraburo, Y., Rolle, C., Johnston, E., & Gazzaley, A. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*, 501(7465), 97-101. <https://doi.org/10.1038/nature12486>
- Antal, A., Alekseichuk, I., Bikson, M., Brockmüller, J., Brunoni, A., Chen, R., Cohen, L., Dowthwaite, G., Ellrich, J., Flöel, A., Fregni, F., George, Hamilton, R., Haueisen, J., Herrmann, C., Hummel, F., Lefaucheur, J., Liebetanz, D., Loo, C., . . . Paulus, W. (2017). Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. *Clinical Neurophysiology*, 128(9), 1774-1809. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.06.001>
- Antal, A., & Herrmann, C. S. (2016). Transcranial alternating current and random noise stimulation: Possible mechanisms. *Neural Plasticity*, 2016, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2016/3616807>
- Antal, A., & Paulus, W. (2013). Transcranial alternating current stimulation (tACS). *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 317. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00317>
- Ávila-Villanueva, M., & Ávila, J. (2024). Reversion or compensation of mild cognitive impairment to normal cognition: strategies to prevent the development of Alzheimer's disease continuum. *Exploration of Neuroprotective Therapy*, 392-400. <https://doi.org/10.37349/ent.2024.00090>
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559. <https://doi.org/10.1126/science.1736359>
- Baddeley, A. D. (2001). Is working memory still working? *American Psychologist*, 56(11), 851-864. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.56.11.851>
- Bahar-Fuchs, A., Martyr, A., Goh, A. M., Sabates, J., & Clare, L. (2019). Cognitive training for people with mild to moderate dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3, CD013069. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd013069.pub2>

- Bai, W., Chen, P., Cai, H., Zhang, Q., Su, Z., Cheung, T., Jackson, T., Sha, S., & Xiang, Y.-T. (2022). Worldwide prevalence of mild cognitive impairment among community dwellers aged 50 years and older: A meta-analysis and systematic review of epidemiology studies. *Age and Ageing*, 51(8), afac173. <https://doi.org/10.1093/ageing/afac173>
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Smith, D. M., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W., Willis, S. L., & ACTIVE Study Group. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults: A randomized controlled trial. *JAMA*, 288(18), 2271-2281. <https://doi.org/10.1001/jama.288.18.2271>
- Ballesteros, S., Mayas, J., Prieto, A., Ruiz-Márquez, E., Toril, P., & Reales, J. M. (2017). Effects of videogame training on measures of selective attention and working memory in older adults: Results from a randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, Article 354. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00354>
- Baltes, P. B., & Baltes, M. M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences* (pp. 1-34). Cambridge University Press <https://doi.org/10.1017/cbo9780511665684.003>
- Baquero, A. A. D., Franco-Martín, M. A., Vidales, E. P., Toribio-Guzmán, J. M., Bueno-Aguado, Y., Abad, F. M., Bartolomé, M. V. P., Asl, A. M., & Van Der Roest, H. G. (2022). The effectiveness of GRADIOR: A neuropsychological rehabilitation program for people with mild cognitive impairment and mild dementia. Results of a randomized controlled trial after 4 and 12 months of treatment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 86(2), 711-727. <https://doi.org/10.3233/jad-215350>
- Barnard, Y., Bradley, M. D., Hodgson, F., & Lloyd, A. D. (2013). Learning to use new technologies by older adults: Perceived difficulties, experimentation behaviour and usability. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1715-1724. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.006>
- Barnett, S. M., & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, 128(4), 612-637. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612>
- Basak, C., Boot, W. R., Voss, M. W., & Kramer, A. F. (2008). Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and Aging*, 23(4), 765-777. <https://doi.org/10.1037/a0013494>
- Basak, C., Qin, S., & O'Connell, M. A. (2020). Differential effects of cognitive training modules in healthy aging and mild cognitive impairment: A comprehensive meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychology and Aging*, 35(2), 220-249. <https://doi.org/10.1037/pag0000442>
- Bassett, S. S., & Folstein, M. F. (1993). Memory complaint, memory performance, and psychiatric diagnosis: A community study. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 6(2), 105-111. <https://doi.org/10.1177/089198879300600207>
- Beauchamp, M. R., Carron, A. V., McCutcheon, S., & Harper, O. (2007). Older adults' preferences for exercising alone versus in groups: Considering contextual congruence. *Annals of Behavioral Medicine*, 33(2), 200-206. <https://doi.org/10.1007/bf02879901>
- Belchior, P., Marsiske, M., Sisco, S. M., Yam, A., Bavelier, D., Ball, K., & Mann, W. C. (2013). Video game training to improve selective visual attention in older adults. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1318-1324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.01.034>
- Belchior, P., Yam, A., Thomas, K. R., Bavelier, D., Ball, K. K., Mann, W. C., & Marsiske, M. (2019). Computer and videogame interventions for older adults' cognitive and everyday

- functioning. *Games for Health Journal*, 8(2), 129-143. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0092>
- Belleville, S., & Bherer, L. (2012). Biomarkers of cognitive training effects in aging. *Current Translational Geriatrics and Experimental Gerontology Reports*, 1(2), 104-110. <https://doi.org/10.1007/s13670-012-0014-5>
- Belleville, S., Chertkow, H., & Gauthier, S. (2007). Working memory and control of attention in persons with Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 21(4), 458-469. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.21.4.458>
- Belleville, S., Cuesta, M., Bier, N., Brodeur, C., Gauthier, S., Gilbert, B., Grenier, S., Ouellet, M., Viscogliosi, C., & Hudon, C. (2024). Five-year effects of cognitive training in individuals with mild cognitive impairment. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 16(3), e12626. <https://doi.org/10.1002/dad2.12626>
- Benedet, M.J., & Seisdedos, N. (1996). *Evaluación clínica de las quejas de memoria en la vida cotidiana*. Medica Panamericana
- Berg-Weger, M., & Stewart, D. B. (2017). Non-pharmacologic interventions for persons with dementia. *PubMed*, 114(2), 116-119. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30228557>
- Berkowsky, R. W., Sharit, J., & Czaja, S. J. (2017). Factors predicting decisions about technology adoption among older adults. *Innovation in Aging*, 1(3), igy002. <https://doi.org/10.1093/geroni/igy002>
- Bertolazzi, A., Quaglia, V., & Bongelli, R. (2024). Barriers and facilitators to health technology adoption by older adults with chronic diseases: an integrative systematic review. *BMC Public Health*, 24(1), Article 506. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18036-5>
- Bessi, V., Mazzeo, S., Padiglioni, S., Piccini, C., Nacmias, B., Sorbi, S., & Bracco, L. (2018). From subjective cognitive decline to Alzheimer's disease: The predictive role of neuropsychological assessment, personality traits, and cognitive reserve. A 7-year follow-up study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 63(4), 1523-1535. <https://doi.org/10.3233/jad-171180>
- Birks, J. S., & Harvey, R. J. (2018). Donepezil for dementia due to Alzheimer's disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(6), CD001190. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd001190.pub3>
- Blazer, D. G., Hays, J. C., Fillenbaum, G. G., & Gold, D. T. (1997). Memory complaint as a predictor of cognitive decline. *Journal of Aging and Health*, 9(2), 171-184. <https://doi.org/10.1177/089826439700900202>
- Blocker, K., Wright, T., & Boot, W. (2014). Gaming preferences of aging generations. *Gerontechnology*, 12(3), 174-184. <https://doi.org/10.4017/gt.2014.12.3.008.00>
- Bonnechère, B., Langley, C., & Sahakian, B. J. (2020). The use of commercial computerized cognitive games in older adults: A meta-analysis. *Scientific Reports*, 10, Article 15276. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72281-3>
- Boot, W. R., Andringa, R., Harrell, E. R., Dieciuc, M. A., & Roque, N. A. (2020). Older adults and video gaming for leisure: Lessons from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE). *Gerontechnology*, 19(2), 138-146. <https://doi.org/10.4017/gt.2020.19.2.006.00>
- Boot, W. R., Souders, D., Charness, N., Blocker, K., Roque, N., & Vitale, T. (2016). The gamification of cognitive training: Older adults' perceptions of and attitudes toward digital game-based interventions. En J. Zhou & G. Salvendy (Eds.), *Human Aspects of IT for the Aged Population. Design for Aging. ITAP 2016* (pp. 290-300). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39943-0_28

- Bopp, K. L., & Verhaeghen, P. (2005). Aging and verbal memory span: A meta-analysis. *The Journals of Gerontology: Series B*, 60(5), 223-233. <https://doi.org/10.1093/geronb/60.5.p223>
- Bopp, K. L., & Verhaeghen, P. (2020). Aging and n-back performance: A meta-analysis. *The Journals of Gerontology: Series B*, 75(2), 229-240. <https://doi.org/10.1093/geronb/gby024>
- Börsch-Supan, A., Douhou, S., Otero, M. C., & Tawiah, B. B. (2025). Harmonized prevalence estimates of dementia in Europe vary strongly with childhood education. *Scientific Reports*, 15(1), Article 14024. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-97691-z>
- Bruderer-Hofstetter, M., Dubbelman, M. A., Meichtry, A., Koehn, F., Münzer, T., Jutten, R. J., Scheltens, P., Sikkes, S. A. M., & Niedermann, K. (2020). Cross-cultural adaptation and validation of the Amsterdam Instrumental Activities of Daily Living questionnaire short version German for Switzerland. *Health and Quality of Life Outcomes*, 18(1), Article 323. <https://doi.org/10.1186/s12955-020-01576-w>
- Bruno, J. L., Shaw, J. S., & Hosseini, S. M. H. (2024). Toward personalized cognitive training in older adults: A pilot investigation of the effects of baseline performance and age on cognitive training outcomes. *Journal of Alzheimer's Disease*, 97(1), 327-343. <https://doi.org/10.3233/jad-230619>
- Buitenweg, J. I. V., Murre, J. M. J., & Ridderinkhof, K. R. (2012). Brain training in progress: a review of trainability in healthy seniors. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 183. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00183>
- Byers, A. L., & Yaffe, K. (2011). Depression and risk of developing dementia. *Nature Reviews Neurology*, 7(6), 323-331. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2011.60>
- Caetano, T., Pinho, M. S., Ramadas, E., Clara, C., Areosa, T., & Dixe, M. D. A. (2021). Cognitive training effectiveness on memory, executive functioning, and processing speed in individuals with substance use disorders: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 730165. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.730165>
- Cardenache, R. H., Burguera, L., Acevedo, A., Curiel, R., & Loewenstein, D. A. (2014). Evaluating different aspects of prospective memory in amnesic and nonamnesic mild cognitive impairment. *ISRN Neurology*, 2014(1), 1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/805929>
- Carnero-Pardo, C., Rego-García, I., Llorente, M. M., Ródenas, M. A., & Carrillo, R. V. (2019). Utilidad diagnóstica de test cognitivos breves en el cribado de deterioro cognitivo. *Neurología*, 37(6), 441-449. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2019.05.007>
- Castellote-Caballero, Y., Del Carmen Carcelén Fraile, M., Aibar-Almazán, A., Afanador-Resrepo, D. F., & González-Martín, A. M. (2024). Effect of combined physical-cognitive training on the functional and cognitive capacity of older people with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *BMC Medicine*, 22(1), Article 281. <https://doi.org/10.1186/s12916-024-03469-x>
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54, 1-22.
- Cespón, J., Miniussi, C., & Pellicciari, M. C. (2018). Interventional programmes to improve cognition during healthy and pathological ageing: Cortical modulations and evidence for brain plasticity. *Ageing Research Reviews*, 43, 81-98. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.03.001>
- Chan, A. T. C., Ip, R. T. F., Tran, J. y. S., Chan, J. y. C., & Tsoi, K. K. F. (2024b). Computerized cognitive training for memory functions in mild cognitive impairment or dementia: A systematic review and meta-analysis. *npj Digital Medicine*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00987-5>

- Chan, D. y. L., Lee, S. W. H., & Teh, P. (2023). Factors influencing technology use among low-income older adults: A systematic review. *Heliyon*, 9(9), e20111. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20111>
- Chan, J. y. C., Liu, J., Chan, A. T. C., & Tsoi, K. K. F. (2024a). Exergaming and cognitive functions in people with mild cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *npj Digital Medicine*, 7(1), Article 154. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01142-4>
- Cheng, C., Hsieh, Y., Chang, C., Hsiao, F., Chen, L., & Wang, P. (2024). Effects of 6-month combined physical exercise and cognitive training on neuropsychological and neurophysiological function in older adults with subjective cognitive decline: A randomized controlled trial. *Journal of Alzheimer's Disease*, 100(1), 175-192. <https://doi.org/10.3233/jad-231257>
- Chen, J., Du, W., & Zhu, K. (2024). Network meta-analysis of the effects of different cognitive trainings on the cognitive function of patients with mild cognitive impairment. *Journal of Psychiatric Research*, 174, 26-45. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2024.03.051>
- Chen, X., Jiang, D., Ning, H., Wu, L., Chen, Y., Zhang, C., Peng, R., Zhu, Y., & Feng, H. (2025). The experience of and needs for exergames in older adults with mild cognitive impairment: Qualitative interview study. *JMIR Serious Games*, 13, e53631. <https://doi.org/10.2196/53631>
- Chesham, A., Wyss, P., Müri, R. M., Mosimann, U. P., & Nef, T. (2017). What older people like to play: Genre, preferences and acceptance of casual games. *JMIR Serious Games*, 5(2), e8. <https://doi.org/10.2196/games.7025>
- Chiu, H., Chu, H., Tsai, J., Liu, D., Chen, Y., Yang, H., & Chou, K. (2017). The effect of cognitive-based training for the healthy older people: A meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS ONE*, 12(5), e0176742. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176742>
- Choi, Y., Lim, J., Choi, H., Ryu, Y. H., Seong, E., Park, I., Kang, D. W., Lee, J., & Kang, D. (2025). Narrative mobile video game-based cognitive training to enhance frontal function in patients with mild cognitive impairment. *Scientific Reports*, 15(1), Article 195. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-84086-9>
- Chu, S. L. Y., Duh, H. B.-L., & Quek, F. (2010). Investigating narrative in mobile games for seniors. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 669–672). ACM. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753424>
- Chuang, I., Chen, I., Su, K., Wu, Y., & Wu, C. (2023). The effects of high versus low frequency of combined physical and cognitive training on cognitive function in older adults with cognitive decline: a quasi-experimental study. *BMC Geriatrics*, 23(1), Article 94. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-03802-8>
- Clare, L., & Woods, R. T. (2004). Cognitive training and cognitive rehabilitation for people with early-stage Alzheimer's disease: A review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(4), 385-401. <https://doi.org/10.1080/09602010443000074>
- Coffman, B. A., Clark, V. P., & Parasuraman, R. (2014). Battery powered thought: Enhancement of attention, learning, and memory in healthy adults using transcranial direct current stimulation. *NeuroImage*, 85, 895-908. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.07.083>
- Conci, M., Pianesi, F., & Zancanaro, M. (2009). Useful, social and enjoyable: Mobile phone adoption by older people. En T. Gross, J. Gulliksen, P. Kotzé, L. Oestreicher, P. A. Palanque, R. O. Prates, & M. Winckel. *Human-Computer Interaction. INTERACT 2009*. (pp. 63-76). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03655-2_7

- Corbo, I., & Casagrande, M. (2022). Higher-level executive functions in healthy elderly and mild cognitive impairment: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 11(5), Article 1204. <https://doi.org/10.3390/jcm11051204>
- Corregidor-Sánchez, A. I., Segura-Fragoso, A., Rodríguez-Hernández, M., Jiménez-Rojas, C., Polonio-López, B., & Criado-Álvarez, J. J. (2021). Effectiveness of virtual reality technology on functional mobility of older adults: Systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 50(2), 370-379. <https://doi.org/10.1093/ageing/afaa197>
- Craik, F. I. M., & Bialystok, E. (2006). Planning and task management in older adults: Cooking breakfast. *Memory & Cognition*, 34(6), 1236-1249. <https://doi.org/10.3758/bf03193268>
- Crawford, J., Smith, G., Maylor, E., Della Sala, S., & Logie, R. (2003). The Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ): Normative data and latent structure in a large non-clinical sample. *Memory*, 11(3), 261-275. <https://doi.org/10.1080/09658210244000027>
- Crook, T. H., Feher, E. P., & Larrabee, G. J. (1992). Assessment of memory complaint in age-associated memory impairment: The MAC-Q. *International Psychogeriatrics*, 4(2), 165-176. <https://doi.org/10.1017/s1041610292000991>
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: the psychology of optimal experience*. Harper & Row.
- Custodio, N., Lira, D., Herrera-Pérez, E., Montesinos, R., Castro-Suarez, S., Cuenca-Alfaro, J., & Valeriano-Lorenzo, L. (2017). Memory alteration test to detect amnesic mild cognitive impairment and early Alzheimer's dementia in population with low educational level. *Frontiers in aging neuroscience*, 9, Article 278. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00278>
- Czaja, S. J. (2017). The potential role of technology in supporting older adults. *Public Policy & Aging Report*, 27(2), 44-48. <https://doi.org/10.1093/ppar/prx006>
- Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A., & Sharit, J. (2006). Factors predicting the use of technology: Findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE). *Psychology and Aging*, 21(2), 333-352. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.2.333>
- Czaja, S. J., & Lee, C. C. (2019). Technology use by older adults. *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190236557.013.401>
- da Silva, T. B. L., Bratkauskas, J. S., de Castro Barbosa, M. E., da Silva, G. A., Zumkeller, M. G., de Moraes, L. C., Lessa, P. P., Cardoso, N. P., Ordóñez, T. N., & Brucki, S. M. D. (2022). Long-term studies in cognitive training for older adults: a systematic review. *Dementia & Neuropsychologia*, 16(2), 135-152. <https://doi.org/10.1590/1980-5764-dn-2021-0064>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *Management Information Systems Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- De Keersmaecker, S., De Meyer, S., & Vandenberghe, R. (2024). Non-Alzheimer's amnesic mild cognitive impairment with medial temporal hypometabolism. *Alzheimer's & Dementia, Diagnosis Assessment & Disease Monitoring*, 16(4), e70018. <https://doi.org/10.1002/dad2.70018>
- De Medeiros, C. S. P., Farias, L. B. A., Santana, M. C. D. L., Pacheco, T. B. F., Dantas, R. R., & Da Costa Cavalcanti, F. A. (2024). A systematic review of exergame usability as home-based balance training tool for older adults usability of exergames as home-based balance training. *PLoS ONE*, 19(8), e0306816. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306816>

- de Meijer, C., Wouterse, B., Polder, J., & Koopmanschap, M. (2013). The effect of population aging on health expenditure growth: a critical review. *European Journal of Ageing*, 10(4), 353-361. <https://doi.org/10.1007/s10433-013-0280-x>
- De Schutter, B. (2011). Never too old to play: The appeal of digital games to an older audience. *Games and Culture*, 6(2), 155-170. <https://doi.org/10.1177/1555412010364978>
- De Schutter, B., & Brown, J. A. (2015). Digital games as a source of enjoyment in later life. *Games and Culture*, 11(1-2), 28-52. <https://doi.org/10.1177/1555412015594273>
- De Schutter, B., & Malliet, S. (2014). The older player of digital games: A classification based on perceived need satisfaction. *Communications*, 39(1). <https://doi.org/10.1515/com-mun-2014-0005>
- De Schutter, B., & Vandenabeele, V. (2008). Meaningful play in elderly life. *Lirias (KU Leuven)*, 1-15. <https://lirias.kuleuven.be/handle/123456789/270392>
- De Wit, L., Marsiske, M., O'Shea, D., Kessels, R. P., Kurasz, A. M., DeFeis, B., Schaefer, N., & Smith, G. E. (2020). Procedural learning in individuals with amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer's dementia: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 31(1), 103-114. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09449-1>
- Denkinger, S., Spano, L., Bingel, U., Witt, C. M., Bavelier, D., & Green, C. S. (2021). Assessing the impact of expectations in cognitive training and beyond. *Journal of Cognitive Enhancement*, 5(4), 502-518. <https://doi.org/10.1007/s41465-021-00206-7>
- Desai, R., Whitfield, T., Said, G., John, A., Saunders, R., Marchant, N. L., Stott, J., & Charlesworth, G. (2021). Affective symptoms and risk of progression to mild cognitive impairment or dementia in subjective cognitive decline: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 71, Article 101419. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101419>
- Diamond, A. (2012). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Díaz-Galván, P., Ferreira, D., Cedres, N., Falahati, F., Hernández-Cabrera, J. A., Ames, D., Barroso, J., & Westman, E. (2021). Comparing different approaches for operationalizing subjective cognitive decline: impact on syndromic and biomarker profiles. *Scientific Reports*, 11(1), Article 4356. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83428-1>
- Diedrich, L., Kolhoff, H. I., Chakalov, I., Vékony, T., Németh, D., & Antal, A. (2024). Pre-frontal theta-gamma transcranial alternating current stimulation improves non-declarative visuomotor learning in older adults. *Scientific Reports*, 14(1), Article 4955. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55125-2>
- Du, Q., Song, Z., Jiang, H., Wei, X., Weng, D., & Fan, M. (2024). LightSword: A customized virtual reality exergame for long-term cognitive inhibition training in older adults. En *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-17). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642187>
- Dubois, B., & Albert, M. L. (2004). Amnesic MCI or prodromal Alzheimer's disease? *The Lancet Neurology*, 3(4), 246-248. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(04\)00710-0](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(04)00710-0)
- Dubois, B., Feldman, H. H., Jacova, C., Dekosky, S. T., Barberger-Gateau, P., Cummings, J., Delacourte, A., Galasko, D., Gauthier, S., Jicha, G., Meguro, K., O'Brien, J., Pasquier, F., Robert, P., Rossor, M., Salloway, S., Stern, Y., Visser, P. J., & Scheltens, P. (2007). Research criteria for the diagnosis of Alzheimer's disease: Revising the NINCDS-ADRDA criteria. *The Lancet Neurology*, 6(8), 734-746. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(07\)70178-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(07)70178-3)

- Duggan, M. (2015, 15 de diciembre). *Gaming and Gamers*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/internet/2015/12/15/gaming-and-gamers/>
- Dye, M. W., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). Increasing speed of processing with action video games. *Current Directions in Psychological Science*, 18(6), 321-326. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01660.x>
- Dyer, S. M., Harrison, S. L., Laver, K., Whitehead, C., & Crotty, M. (2018). An overview of systematic reviews of pharmacological and non-pharmacological interventions for the treatment of behavioral and psychological symptoms of dementia. *International Psychogeriatrics*, 30(3), 295-309. <https://doi.org/10.1017/s1041610217002344>
- Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, 16(4), 717-726. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.4.717>
- El Haj, M., & Antoine, P. (2017). Context memory in Alzheimer's disease: The "who, where, and when". *Archives of Clinical Neuropsychology*, 33(2), 158-167. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx062>
- El Haj, M., Antoine, P., Nandrino, J. L., & Kapogiannis, D. (2015). Autobiographical memory decline in Alzheimer's disease, a theoretical and clinical overview. *Ageing Research Reviews*, 23(Pt B), 183-192. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.07.001>
- Elyamany, O., Leicht, G., Herrmann, C. S., & Mulert, C. (2020). Transcranial alternating current stimulation (tACS): from basic mechanisms towards first applications in psychiatry. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 271(1), 135-156. <https://doi.org/10.1007/s00406-020-01209-9>
- Eurostat. (2021, May 17). *How popular is internet use among older people?* European Commission. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/edn-20210517-1>
- Facal, D., Carabias, M. A. R., Pereiro, A. X., Lojo-Seoane, C., Campos-Magdaleno, M., Jutten, R. J., Sikkes, S. A., & Juncos-Rabadán, O. (2018). Assessing everyday activities across the dementia spectrum with the Amsterdam IADL Questionnaire. *Current Alzheimer Research*, 15(13), 1261-1266. <https://doi.org/10.2174/1567205015666180925113411>
- Facal, D., Guàrdia-Olmos, J., & Juncos-Rabadán, O. (2014). Diagnostic transitions in mild cognitive impairment by use of simple Markov models. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 30(7), 669-676. <https://doi.org/10.1002/gps.4197>
- Faverio, M. (2022, January 13). *Share of those 65 and older who are tech users has grown in the past decade*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2022/01/13/share-of-those-65-and-older-who-are-tech-users-has-grown-in-the-past-decade/>
- Ferguson, H. J., Brunson, V. E. A., & Bradford, E. E. F. (2021). The developmental trajectories of executive function from adolescence to old age. *Scientific Reports*, 11(1), Article 1382. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80866-1>
- Ferman, T. J., Smith, G. E., Kantarci, K., Boeve, B. F., Pankratz, V. S., Dickson, D. W., Graff-Radford, N. R., Wszolek, Z., Van Gerpen, J., Uitti, R., Pedraza, O., Murray, M. E., Aakre, J., Parisi, J., Knopman, D. S., & Petersen, R. C. (2013). Nonamnestic mild cognitive impairment progresses to dementia with Lewy bodies. *Neurology*, 81(23), 2032-2038. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000436942.55281.47>
- Ferrer, E. (2009). Fluid reasoning and the developing brain. *Frontiers in Neuroscience*, 3(1), 46-51. <https://doi.org/10.3389/neuro.01.003.2009>
- Fertonani, A., Ferrari, C., & Miniussi, C. (2015). What do you feel if I apply transcranial electric stimulation? Safety, sensations and secondary induced effects. *Clinical Neurophysiology*, 126(11), 2181-2188. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.03.015>

- Fischer, P., Jungwirth, S., Zehetmayer, S., Weissgram, S., Hoenigschnabl, S., Gelpi, E., Krampla, W., & Tragl, K. H. (2007). Conversion from subtypes of mild cognitive impairment to Alzheimer dementia. *Neurology*, 68(4), 288-291. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000252358.03285.9d>
- Fratiglioni, L., Paillard-Borg, S., & Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *The Lancet Neurology*, 3(6), 343-353. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(04\)00767-7](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(04)00767-7)
- Frias-Goytia, G.L. (2025). *Calidad de vida y Declive Cognitivo Subjetivo (DCS): Discriminación del DCS en personas mayores a partir del CASP-19*. [Tesis doctoral]. Universidade da Coruña.
- Fröhlich, F. (2015). Experiments and models of cortical oscillations as a target for noninvasive brain stimulation. *Progress in Brain Research*, 222, 41-73. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2015.07.025>
- Gagnon, M., Dartigues, J. F., Mazaux, J. M., Dequae, L., Letenneur, L., Giroire, J. M., & Barberger-Gateau, P. (1994). Self-reported memory complaints and memory performance in elderly French community residents: Results of the PAQUID research program. *Neuroepidemiology*, 13(4), 145-154. <https://doi.org/10.1159/000110373>
- Gates, N. J., Rutjes, A. W., Di Nisio, M., Karim, S., Chong, L., March, E., Martínez, G., & Vernooij, R. W. (2019). Computerised cognitive training for maintaining cognitive function in cognitively healthy people in late life. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3, CD012277. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd012277.pub2>
- Gates, N. J., Rutjes, A. W., Di Nisio, M., Karim, S., Chong, L., March, E., Martínez, G., & Vernooij, R. W. (2020). Computerised cognitive training for 12 or more weeks for maintaining cognitive function in cognitively healthy people in late life. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(2), CD012277. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd012277.pub3>
- Gauthier, S., Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R. C., Ritchie, K., Broich, K., Belleville, S., Brodaty, H., Bennett, D., Chertkow, H., Cummings, J. L., De Leon, M., Feldman, H., Ganguli, M., Hampel, H., Scheltens, P., Tierney, M. C., Whitehouse, P., & Winblad, B. (2006). Mild cognitive impairment. *The Lancet*, 367(9518), 1262-1270. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(06\)68542-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(06)68542-5)
- Gerling, K. M., Schulte, F. P., Smeddinck, J., & Masuch, M. (2012). Game design for older adults: Effects of age-related changes on structural elements of digital games. In *Lecture notes in computer science* (pp. 235-242). https://doi.org/10.1007/978-3-642-33542-6_20
- Glass, B. D., Maddox, W. T., & Love, B. C. (2013). Real-time strategy game training: Emergence of a cognitive flexibility trait. *PLoS ONE*, 8(8), e70350. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070350>
- Gobet, F., & Sala, G. (2022). Cognitive training: A field in search of a phenomenon. *Perspectives on Psychological Science*, 18(1), 125-141. <https://doi.org/10.1177/17456916221091830>
- Goghari, V. M., & Lawlor-Savage, L. (2018). Self-perceived benefits of cognitive training in healthy older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 1Article 12. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00112>
- Golino, M. T. S., Mendoza, C. F., & Golino, H. F. (2017). Effects of cognitive training on cognitive performance of healthy older adults. *The Spanish Journal of Psychology*, 20, E39. <https://doi.org/10.1017/sjp.2017.38>

- Gómez-Benito, J., Guilera, G., Pino, Ó., Rojo, E., Tabarés-Seisdedos, R., Safont, G., Martínez-Arán, A., Franco, M., Cuesta, M. J., Crespo-Facorro, B., Bernardo, M., Vieta, E., Purdon, S. E., Mesa, F., & Rejas, J. (2013). The screen for cognitive impairment in psychiatry: diagnostic-specific standardization in psychiatric ill patients. *BMC Psychiatry*, 13(1), Article 127. <https://doi.org/10.1186/1471-244x-13-127>
- González-Pérez, M., Wakui, E., Thoma, V., Nitsche, M. A., & Rivolta, D. (2019). Transcranial alternating current stimulation (tACS) at 40 Hz enhances face and object perception. *Neuropsychologia*, 135, Article 107237. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107237>
- González-Ramírez, M. T., & Mendoza-González, M. E. (2011). Spanish version of the Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ-S). *The Spanish Journal of Psychology*, 14(1), 385-391. https://doi.org/10.5209/rev_sjop.2011.v14.n1.35
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534-537. <https://doi.org/10.1038/nature01647>
- Griffiths, B. J., & Jensen, O. (2023). Gamma oscillations and episodic memory. *Trends in Neurosciences*, 46(10), 832-846. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2023.07.003>
- Grober, E., Hall, C. B., Lipton, R. B., Zonderman, A. B., Resnick, S. M., & Kawas, C. (2008). Memory impairment, executive dysfunction, and intellectual decline in preclinical Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14(02), 266-278. <https://doi.org/10.1017/s1355617708080302>
- Grover, S., Fayzullina, R., Bullard, B. M., Levina, V., & Reinhart, R. M. G. (2023). A meta-analysis suggests that tACS improves cognition in healthy, aging, and psychiatric populations. *Science Translational Medicine*, 15(697), eabo2044. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.abo2044>
- Gschwind, Y. J., Schoene, D., Lord, S. R., Ejupi, A., Valenzuela, T., Aal, K., Woodbury, A., & Delbaere, K. (2015). The effect of sensor-based exercise at home on functional performance associated with fall risk in older people – a comparison of two exergame interventions. *European Review of Aging and Physical Activity*, 12(1), Article 11. <https://doi.org/10.1186/s11556-015-0156-5>
- Guarino, A., Favieri, F., Boncompagni, I., Agostini, F., Cantone, M., & Casagrande, M. (2019). Executive functions in Alzheimer disease: A systematic review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, Article 437. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00437>
- Guarino, A., Forte, G., Giovannoli, J., & Casagrande, M. (2020). Executive functions in the elderly with mild cognitive impairment: A systematic review on motor and cognitive inhibition, conflict control and cognitive flexibility. *Aging & Mental Health*, 24(7), 1028-1045. <https://doi.org/10.1080/13607863.2019.1584785>
- Guo, J., Huang, X., Dou, L., Yan, M., Shen, T., Tang, W., & Li, J. (2022). Aging and aging-related diseases: from molecular mechanisms to interventions and treatments. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7(1), Article 391. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01251-0>
- Guo, J., Wang, Z., Liu, R., Huang, Y., Zhang, N., & Zhang, R. (2020). Memantine, donepezil, or combination therapy: What is the best therapy for Alzheimer's disease? A network meta-analysis. *Brain and Behavior*, 10(11), e01831. <https://doi.org/10.1002/brb3.1831>
- Hampstead, B. M., Gillis, M. M., & Stringer, A. Y. (2014). Cognitive rehabilitation of memory for mild cognitive impairment: A methodological review and model for future research. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(2), 135-151. <https://doi.org/10.1017/s1355617713001306>

- Han, H. J., Ko, M. J., Park, A., Cheun, J., Nam, Y., & Kim, T. H. (2024). Development of a digital multidomain lifestyle intervention for mild cognitive impairment: A pilot study on the feasibility and efficacy of cognitive training. *Digital Health*, 10, Article 20552076241284810. <https://doi.org/10.1177/20552076241284810>
- Hanslmayr, S., Axmacher, N., & Inman, C. S. (2019). Modulating human memory via entrainment of brain oscillations. *Trends in Neurosciences*, 42(7), 485-499. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2019.04.004>
- Hao, L., Wang, X., Zhang, L., Xing, Y., Guo, Q., Hu, X., Mu, B., Chen, Y., Chen, G., Cao, J., Zhi, X., Liu, J., Li, X., Yang, L., Li, J., Du, W., Sun, Y., Wang, T., Liu, Z., . . . Han, Y. (2017). Prevalence, risk factors, and complaints screening tool exploration of subjective cognitive decline in a large cohort of the chinese population. *Journal of Alzheimer's Disease*, 60(2), 371-388. <https://doi.org/10.3233/jad-170347>
- Harada, C. N., Love, M. C. N., & Triebel, K. L. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 29(4), 737-752. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2013.07.002>
- Hardy, J. L., Nelson, R. A., Thomason, M. E., Sternberg, D. A., Katovich, K., Farzin, F., & Scanlon, M. (2015). Enhancing cognitive abilities with comprehensive training: A large, online, randomized, active-controlled trial. *PLoS ONE*, 10(9), e0134467. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134467>
- Harris, M. T., Blocker, K. A., & Rogers, W. A. (2022). Older adults and smart technology: facilitators and barriers to use. *Frontiers in Computer Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2022.835927>
- Henry, J. D., MacLeod, M. S., Phillips, L. H., & Crawford, J. R. (2004). A meta-analytic review of prospective memory and aging. *Psychology and Aging*, 19(1), 27-39. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.1.27>
- Heo, J., Chun, S., Lee, S., Lee, K. H., & Kim, J. (2015). Internet use and well-being in older adults. *Cyberpsychology Behavior and Social Networking*, 18(5), 268-272. <https://doi.org/10.1089/cyber.2014.0549>
- Herrmann, C. S., Rach, S., Neuling, T., & Strüber, D. (2013). Transcranial alternating current stimulation: a review of the underlying mechanisms and modulation of cognitive processes. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, Article 279. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00279>
- Hill, N. T., Mowszowski, L., Naismith, S. L., Chadwick, V. L., Valenzuela, M., & Lampit, A. (2017). Computerized cognitive training in older adults with mild cognitive impairment or dementia: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Psychiatry*, 174(4), 329-340. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2016.16030360>
- Hohman, T. J., Beason-Held, L. L., Lamar, M., & Resnick, S. M. (2011). Subjective cognitive complaints and longitudinal changes in memory and brain function. *Neuropsychology*, 25(1), 125-130. <https://doi.org/10.1037/a0020859>
- Holland, B. S., & Copenhaver, M. D. (1988). Improved Bonferroni-type multiple testing procedures. *Psychological Bulletin*, 104(1), 145-149. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.104.1.145>
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1967). Age differences in fluid and crystallized intelligence. *Acta Psychologica*, 26(2), 107-129. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(67\)90011-x](https://doi.org/10.1016/0001-6918(67)90011-x)
- Horr, T., Messinger-Rapport, B., & Pillai, J. A. (2015). Systematic review of strengths and limitations of randomized controlled trials for non-pharmacological interventions in mild cognitive impairment: Focus on Alzheimer's disease. *The Journal of Nutrition Health & Aging*, 19(2), 141-153. <https://doi.org/10.1007/s12603-014-0565-6>

- Hou, T., Mao, X., & Zhang, R. (2025). Effect of theta-transcranial alternating current stimulation on working memory performance among healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *World Journal of Psychiatry*, 15(9), Article 107754. <https://doi.org/10.5498/wjp.v15.i9.107754>
- Howard, R., McShane, R., Lindesay, J., Ritchie, C., Baldwin, A., Barber, R., Burns, A., Denning, T., Findlay, D., Holmes, C., Hughes, A., Jacoby, R., Jones, R., Jones, R., McKeith, I., Macharouthu, A., O'Brien, J., Passmore, P., Sheehan, B., . . . Phillips, P. (2012). Donepezil and memantine for moderate-to-severe Alzheimer's disease. *New England Journal of Medicine*, 366(10), 893-903. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1106668>
- Hu, C., Yu, D., Sun, X., Zhang, M., Wang, L., & Qin, H. (2017). The prevalence and progression of mild cognitive impairment among clinic and community populations: a systematic review and meta-analysis. *International Psychogeriatrics*, 29(10), 1595-1608. <https://doi.org/10.1017/s1041610217000473>
- Hu, M., Wu, X., Shu, X., Hu, H., Chen, Q., Peng, L., & Feng, H. (2019). Effects of computerised cognitive training on cognitive impairment: a meta-analysis. *Journal of Neurology*, 268(5), 1680-1688. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09522-7>
- Hu, S., Patten, S., Charlton, A., Fischer, K., Fick, G., Smith, E. E., & Ismail, Z. (2022). Validating the mild behavioral impairment checklist in a cognitive clinic: Comparisons with the Neuropsychiatric Inventory Questionnaire. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 36(2), 107-120. <https://doi.org/10.1177/08919887221093353>
- Humes, G. E., Welsh, M. C., Retzlaff, P., & Cookson, N. (1997). Towers of Hanoi and London: Reliability and validity of two executive function tasks. *Assessment*, 4(3), 249-257. <https://doi.org/10.1177/107319119700400305>
- Huntley, J. D., Hampshire, A., Bor, D., Owen, A., & Howard, R. J. (2017). Adaptive working memory strategy training in early Alzheimer's disease: Randomised controlled trial. *The British Journal of Psychiatry*, 210(1), 61-66. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.116.182048>
- Hsu, W., Zanto, T. P., Van Schouwenburg, M. R., & Gazzaley, A. (2017). Enhancement of multitasking performance and neural oscillations by transcranial alternating current stimulation. *PLoS ONE*, 12(5), e0178579. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178579>
- Hyde, M., Wiggins, R. D., Higgs, P., & Blane, D. B. (2003). A measure of quality of life in early old age: The theory, development and properties of a needs satisfaction model (CASP-19). *Aging & Mental Health*, 7(3), 186-194. <https://doi.org/10.1080/1360786031000101157>
- IJsselstein, W. W., Kort, D. y. Y., & Poels, K. K. (2013). The game experience questionnaire. *Data Archiving and Networked Services (DANS)*. Eindhoven University of Technology. <https://research.tue.nl/nl/publications/3d28afa4-d1c8-412d-be83-654f00dcae0f>
- Imtiaz, B., Tolppanen, A., Kivipelto, M., & Soininen, H. (2014). Future directions in Alzheimer's disease from risk factors to prevention. *Biochemical Pharmacology*, 88(4), 661-670. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2014.01.003>
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). *Proyecciones de población 2021-2071*. Instituto Nacional de Estadística. <https://www.ine.es>
- Instituto Nacional de Estadística (2022). *Península ibérica en cifras*. Madrid: Instituto Nacional de Estadística. <https://www.ine.es/prodyser/pubweb/pin/pin2022/28/index.html>
- Instituto Nacional de Estadística. (2024, Junio). *Proyecciones de población. Años 2024-2074* [Press release]. <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/PROP20242074.htm>
- Instituto Nacional de Estadística. (2025). *Mujeres y hombres en España: Ciencia y tecnología, sociedad de la información* (updated January 14, 2025).

https://www.ine.es/ss/Sate-llite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259925528559&p=1254735110672&pagina=ProductosYServicios%2FPYSLayout

- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 9241-210:2019-Ergonomics of human-system interaction-Part 210: Human-centred design for interactive systems*. ISO.
- Ismail, Z., Agüera-Ortiz, L., Brodaty, H., Cieslak, A., Cummings, J., Fischer, C. E., Gauthier, S., Geda, Y. E., Herrmann, N., Kanji, J., Lanctôt, K. L., Miller, D. S., Mortby, M. E., Onyike, C. U., Rosenberg, P. B., Smith, E. E., Smith, G. S., Sultzer, D. L., & Lyketsos, C. (2017). The Mild Behavioral Impairment Checklist (MBI-C): A Rating scale for neuropsychiatric symptoms in pre-dementia populations. *Journal of Alzheimer's disease*, 56(3), 929-938. <https://doi.org/10.3233/jad-160979>
- Jack, C. R., Bennett, D. A., Blennow, K., Carrillo, M. C., Dunn, B., Haeberlein, S. B., Holtzman, D. M., Jagust, W. J., Jessen, F., Karlawish, J., Liu, E., Molinuevo, J. L., Montine, T. J., Phelps, C. H., Rankin, K. P., Rowe, C. C., Scheltens, P., Siemers, E., Snyder, H. M., . . . Silverberg, N. (2018). NIA-AA research framework: Toward a biological definition of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 14(4), 535-562. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.02.018>
- Jack, C. R., Andrews, J. S., Beach, T. G., Buracchio, T., Dunn, B., Graf, A., Hansson, O., Ho, C., Jagust, W., McDade, E., Molinuevo, J. L., Okonkwo, O. C., Pani, L., Rafii, M. S., Scheltens, P., Siemers, E., Snyder, H. M., Sperling, R., Teunissen, C. E., & Carrillo, M. C. (2024). Revised criteria for diagnosis and staging of Alzheimer's disease: Alzheimer's Association Workgroup. *Alzheimer's & Dementia*, 20(8), 5143-5169. <https://doi.org/10.1002/alz.13859>
- Jacobson, N. S., & Truax, P. (1992). Clinical significance: A statistical approach to defining meaningful change in psychotherapy research. En A. E. Kazdin (Ed.), *Methodological issues & strategies in clinical research* (pp. 631-648). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10109-042>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(25), 10081-10086. <https://doi.org/10.1073/pnas.1103228108>
- Jessen, F., Amariglio, R. E., Buckley, R. F., Van Der Flier, W. M., Han, Y., Molinuevo, J. L., Rabin, L., Rentz, D. M., Rodriguez-Gomez, O., Saykin, A. J., Sikkes, S. A. M., Smart, C. M., Wolfgruber, S., & Wagner, M. (2020). The characterisation of subjective cognitive decline. *The Lancet Neurology*, 19(3), 271-278. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(19\)30368-0](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(19)30368-0)
- Jessen, F., Amariglio, R. E., Van Boxtel, M., Breteler, M., Ceccaldi, M., Chételat, G., Dubois, B., Dufouil, C., Ellis, K. A., Van Der Flier, W. M., Glodzik, L., van Harten, A. C., De Leon, M. J., McHugh, P., Mielke, M. M., Molinuevo, J. L., Mosconi, L., Osorio, R. S., Perrotin, A., . . . Wagner, M. (2014). A conceptual framework for research on subjective cognitive decline in preclinical Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 10(6), 844-852. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2014.01.001>
- Jester, D. J., Vyhnálek, M., Andel, R., Marková, H., Nikolai, T., Laczó, J., Matušková, V., Čechová, K., Sheardová, K., & Hort, J. (2022). Progression from subjective cognitive decline to mild cognitive impairment or dementia: The role of baseline cognitive performance. *Journal of Alzheimer's Disease*, 86(4), 1763-1774. <https://doi.org/10.3233/jad-215291>
- Johnson, D., Gardner, M. J., & Perry, R. (2018). Validation of two game experience scales: The Player Experience of Need Satisfaction (PENS) and Game Experience Questionnaire

- (GEQ). *International Journal of Human-Computer Studies*, 118, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.05.003>
- Jonker, C., Geerlings, M. I., & Schmand, B. (2000). Are memory complaints predictive for dementia? A review of clinical and population-based studies. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(11), 983–991. [https://doi.org/10.1002/1099-1166\(200011\)15:11<983::AID-GPS238>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/1099-1166(200011)15:11<983::AID-GPS238>3.0.CO;2-5)
- Jonker, C., Launer, L. J., Hooijer, C., & Lindeboom, J. (1996). Memory complaints and memory impairment in older individuals. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(1), 44-49. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1996.tb05636.x>
- Juncos-Rabadán, O., Pereiro, A. X., Facal, D., Lojo, C., Caamaño, J. A., Sueiro, J., Bóveda, J. y Eiroa, P. (2014). Prevalence and correlates of mild cognitive impairment in adults aged over 50 years with subjective cognitive complaints in primary care centers. *Geriatrics & Gerontology International*, 14(3), 667–673. <https://doi.org/10.1111/ggi.12157>
- Juncos-Rabadán, O., Rodríguez, N., Facal, D., Cuba, J., & Pereiro, A. X. (2011). Tip-of-the-tongue for proper names in mild cognitive impairment. Semantic or post-semantic impairments? *Journal of Neurolinguistics*, 24(6), 636-651. <https://doi.org/10.1016/j.neuroling.2011.06.004>
- Jutten, R. J., Peeters, C. F., Leijdesdorff, S. M., Visser, P. J., Maier, A. B., Terwee, C. B., Scheltens, P., & Sikkes, S. A. (2017). Detecting functional decline from normal aging to dementia: Development and validation of a short version of the Amsterdam IADL Questionnaire. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 8(1), 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.dadm.2017.03.002>
- Kakoutopoulos, K., Drakakis, E., Papadopoulou, A., & Goumopoulos, C. (2025). Feasibility of augmented reality-based cognitive training for older adults: The MarketMind AR Approach. *Sensors*, 25(7), Article 2081. <https://doi.org/10.3390/s25072081>
- Kamberis, N., Cavuoto, M. G., & Pike, K. E. (2021). The influence of subjective cognitive decline on prospective memory over 5 years. *Neuropsychology*, 35(1), 78-89. <https://doi.org/10.1037/neu0000709>
- Kamnardsiri, T., Kumfu, S., Munkhetvit, P., Boripuntakul, S., & Sungkarat, S. (2024). Home-based, low-intensity, gamification-based, interactive physical-cognitive training for older adults using the ADDIE model: Design, development, and evaluation of user experience. *JMIR Serious Games*, 12, e59141. <https://doi.org/10.2196/59141>
- Kasten, F. H., Dowsett, J., & Herrmann, C. S. (2016). Sustained aftereffect of α -tACS lasts up to 70 min after stimulation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, Article 245. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00245>
- Kavirajan, H., & Schneider, L. S. (2007). Efficacy and adverse effects of cholinesterase inhibitors and memantine in vascular dementia: a meta-analysis of randomised controlled trials. *The Lancet Neurology*, 6(9), 782-792. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(07\)70195-3](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(07)70195-3)
- Kehler, L., Francisco, C. O., Uehara, M. A., & Moussavi, Z. (2020). The effect of transcranial alternating current stimulation (tACS) on cognitive function in older adults with dementia. En *2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* (pp. 3649-3653). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMBC44109.2020.9175903>
- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of cognitive training and mental stimulation on cognitive and everyday functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 15, 28-43. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.02.004>

- Kim, H., Freddolino, P. P., & Greenhow, C. (2023). Older adults' technology anxiety as a barrier to digital inclusion: a scoping review. *Educational Gerontology*, 49(12), 1021-1038. <https://doi.org/10.1080/03601277.2023.2202080>
- Kim, J., Kim, H., Jeong, H., Roh, D., & Kim, D. H. (2021). tACS as a promising therapeutic option for improving cognitive function in mild cognitive impairment: A direct comparison between tACS and tDCS. *Journal of Psychiatric Research*, 141, 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2021.07.012>
- Kirk, A. (2024). Cognition in normal aging: A brief review. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 51(2), 157-160. <https://doi.org/10.1017/cjn.2023.259>
- Kirova, A., Bays, R. B., & Lagalwar, S. (2015). Working memory and executive function decline across normal aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease. *BioMed Research International*, 2015, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2015/748212>
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29(2-3), 169-195. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(98)00056-3)
- Klimova, B. (2016). Computer-based cognitive training in aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 313. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00313>
- Klink, K., Paßmann, S., Kasten, F. H., & Peter, J. (2020). The modulation of cognitive performance with transcranial alternating current stimulation: A systematic review of frequency-specific effects. *Brain Sciences*, 10(12), Article 932. <https://doi.org/10.3390/brainsci10120932>
- Koen, J. D., & Yonelinas, A. P. (2014). The effects of healthy aging, amnesic mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease on recollection and familiarity: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 24(3), 332-354. <https://doi.org/10.1007/s11065-014-9266-5>
- Koivisto, J., & Malik, A. (2020). Gamification for older adults: A systematic literature review. *The Gerontologist*, 61(7), e360-e372. <https://doi.org/10.1093/geront/gnaa047>
- Krebs, C., Peter, J., Wyss, P., Brem, A., & Klöppel, S. (2021). Transcranial electrical stimulation improves cognitive training effects in healthy elderly adults with low cognitive performance. *Clinical Neurophysiology*, 132(6), 1254-1263. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2021.01.034>
- Kueider, A.M., Parisi, J.M., Gross, A. L., & Rebok, G. W. (2012). Computerized cognitive training with older adults: A systematic review. *PLoS ONE* 7(7), e40588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040588>
- Laera, G., Borghese, F., Hering, A., Kliegel, M., & Mioni, G. (2023). Aging and time-based prospective memory in the laboratory: a meta-analysis on age-related differences and possible explanatory factors. *Memory*, 31(5), 747-766. <https://doi.org/10.1080/09658211.2023.2191901>
- Lampit, A., Hallock, H., & Valenzuela, M. (2014). Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: A systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLOS Medicine*, 11(11), e1001756. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
- Landínez-Martínez, D., & Grisales-Aguirre, A. (2025). Limited transfer of working memory training to instrumental activities of daily living in chronic stroke survivors: A randomized controlled trial. *Pathophysiology*, 32(3), Article 40. <https://doi.org/10.3390/pathophysiology32030040>
- Lara, E., Koyanagi, A., Olaya, B., Lobo, A., Miret, M., Tyrovolas, S., Ayuso-Mateos, J. L., & Haro, J. M. (2016). Mild cognitive impairment in a Spanish representative sample:

- prevalence and associated factors. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 31(8), 858-867. <https://doi.org/10.1002/gps.4398>
- Law, E. L.-C., Brühlmann, F., & Mekler, E. D. (2018). Systematic review and validation of the Game Experience Questionnaire (GEQ): Implications for citation and reporting practice. En *CHI PLAY '18: Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (pp. 257-270). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3242671.3242683>
- Lee, O. E., Kim, D., & Beum, K. A. (2020). Factors affecting information and communication technology use and eHealth literacy among older adults in the US and South Korea. *Educational Gerontology*, 46(9), 575-586. <https://doi.org/10.1080/03601277.2020.1790162>
- Lee, S., Ory, M. G., Dahlke, D. V., & Smith, M. L. (2024). Technology use among older adults and their caregivers: Cross-sectional survey study. *JMIR Aging*, 7, e50759. <https://doi.org/10.2196/50759>
- Lee, S. B., Park, C. S., Jeong, J. W., Choe, J. Y., Hwang, Y. J., Park, C., Park, J. H., Lee, D. Y., Jhoo, J. H., & Kim, K. W. (2009). Effects of spaced retrieval training (SRT) on cognitive function in Alzheimer's disease patients. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 49(2), 289-293. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2008.10.005>
- Lee, T. L., Lee, H., & Kang, N. (2023). A meta-analysis showing improved cognitive performance in healthy young adults with transcranial alternating current stimulation. *npj Science of Learning*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41539-022-00152-9>
- Lenhart, A., Jones, S., & Macgill, A. R. (2008, Diciembre). *Adults and video games*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/internet/2008/12/07/adults-and-video-games/>
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., Bigler, E.D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment*. 5th Edition, Oxford University Press.
- Li, R., Geng, J., Yang, R., Ge, Y., & Hesketh, T. (2022). Effectiveness of computerized cognitive training in delaying cognitive function decline in people with mild cognitive impairment: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 24(10), e38624. <https://doi.org/10.2196/38624>
- Li, X., Zhang, Y., Tang, L., Ye, L., & Tang, M. (2025b). Effects of virtual reality-based interventions on cognitive function, emotional state, and quality of life in patients with mild cognitive impairment: a meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 16, Article 1496382. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1496382>
- Li, Y., Liu, Y., Leung, A. Y., & Montayre, J. (2025a). Technology-assisted motor-cognitive training among older adults: Rapid systematic review of randomized controlled trials. *JMIR Serious Games*, 13, e67250. <https://doi.org/10.2196/67250>
- Liu, C., Cheng, F., Wei, M., & Liao, Y. (2022). Effects of exergaming-based tai chi on cognitive function and dual-task gait performance in older adults with mild cognitive impairment: A randomized control trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, Article 761053. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.761053>
- Liu, L., Stroulia, E., Nikolaidis, I., Miguel-Cruz, A., & Rincon, A. R. (2016). Smart homes and home health monitoring technologies for older adults: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*, 91, 44-59. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2016.04.007>
- Loewenstein, D. A., & Acevedo, A. (2004). *The prospective memory test: Administration and scoring manual*. University of Miami School of Medicine.

- Loewenstein, D. A., Acevedo, A., Small, B. J., Agron, J., Crocco, E., & Duara, R. (2009). Stability of different subtypes of mild cognitive impairment among the elderly over a 2- to 3-year follow-up period. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 27(5), 418-423. <https://doi.org/10.1159/000211803>
- López-Higes, R., Rubio-Valdehita, S., López-Sanz, D., Fernandes, S. M., Rodrigues, P. F. S., & Delgado-Losada, M. L. (2025). Cognitive performance among older adults with subjective cognitive decline. *Geriatrics*, 10(2), Article 39. <https://doi.org/10.3390/geriatrics10020039>
- Luo, G., Zhang, J., Song, Z., Wang, Y., Wang, X., Qu, H., Wang, F., Liu, C., & Gao, F. (2023). Effectiveness of non-pharmacological therapies on cognitive function in patients with dementia-A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1131744. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1131744>
- Lustig, C., Shah, P., Seidler, R., & Reuter-Lorenz, P. A. (2009). Aging, training, and the brain: A review and future directions. *Neuropsychology Review*, 19(4), 504-522. <https://doi.org/10.1007/s11065-009-9119-9>
- Luxton, D., Thorpe, N., Crane, E., Warne, M., Cornwall, O., El-Dalil, D., Matthews, J., & Rajkumar, A. P. (2025). Systematic review of the efficacy of pharmacological and non-pharmacological interventions for improving quality of life of people with dementia. *The British Journal of Psychiatry*, 1-13. <https://doi.org/10.1192/bjp.2025.11>
- Maggio, M. G., Baglio, F., Maione, R., Calapai, R., Di Iulio, F., Santos, P. C. R. D., Maldonado-Díaz, M., Pistorino, G., Cerasa, A., Quartarone, A., & Calabrò, R. S. (2025). The overlooked role of exergames in cognitive-motor neurorehabilitation: a systematic review. *npj Digital Medicine*, 8(1), Article 419. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01843-4>
- Maillot, P., Perrot, A., & Hartley, A. (2012). Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. *Psychology and Aging*, 27(3), 589-600. <https://doi.org/10.1037/a0026268>
- Mallo, S. C., Ismail, Z., Pereiro, A. X., Facal, D., Lojo-Seoane, C., Campos-Magdaleno, M., & Juncos-Rabadán, O. (2018). Assessing mild behavioral impairment with the mild behavioral impairment-checklist in people with mild cognitive impairment. *International Psychogeriatrics*, 31(2), 231-239. <https://doi.org/10.3233/JAD-18013>
- Mallo, S. C., Ismail, Z., Pereiro, A. X., Facal, D., Lojo-Seoane, C., Campos-Magdaleno, M., & Juncos-Rabadán, O. (2019). Assessing mild behavioral impairment with the mild behavioral impairment checklist in people with subjective cognitive decline. *Journal of Alzheimer's disease*, 66(1), 83-95. <https://doi.org/10.1017/S1041610218000698>
- Markesbery, W. R. (2010). Neuropathologic Alterations in mild cognitive impairment: A review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 19(1), 221-228. <https://doi.org/10.3233/jad-2010-1220>
- Marshall, G. A., Rentz, D. M., Frey, M. T., Locascio, J. J., Johnson, K. A., & Sperling, R. A. (2011). Executive function and instrumental activities of daily living in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7(3), 300-308. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2010.04.005>
- Martin, M., Clare, L., Altgassen, A. M., Cameron, M. H., & Zehnder, F. (2011). Cognition-based interventions for healthy older people and people with mild cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1, CD006220. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd006220.pub2>
- Martínez, J. E., Pardilla-Delgado, E., Guzmán-Vélez, E., Vila-Castelar, C., Amariglio, R., Gatchel, J., Aguirre-Acevedo, D. C., Bocanegra, Y., Baena, A., Henao, E., Tirado, V., Muñoz, C., Giraldo-Chica, M., Lopera, F., & Quiroz, Y. T. (2021). Subjective cognitive

- decline and its relation to verbal memory and sex in cognitively unimpaired individuals from a Colombian cohort with autosomal-dominant Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 28(6), 541-549. <https://doi.org/10.1017/s1355617721000801>
- Martínez de la Iglesia, J. M., Vilches, M. C. O., Herrero, R. D., Colomer, C. A., Taberné, C. A., & Luque, R. L. (2002). Versión española del cuestionario de Yesavage abreviado (GDS) para el despistaje de depresión en mayores de 65 años: adaptación y validación. *Medifam*, 12(10). <https://doi.org/10.4321/s1131-57682002001000003>
- Mather, M. (2006). A review of decision-making processes: Weighing the risks and benefits of aging. En L. L. Carstensen & C. R. Hartel (Eds.), *When I'm 64*. National Academies Press. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK83778/>
- Mcalister, C., Schmitter-Edgecombe, M., & Lamb, R. (2016). Examination of variables that may affect the relationship between cognition and functional status in individuals with mild cognitive impairment: A meta-analysis. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31(2), acv089. <https://doi.org/10.1093/arclin/acv089>
- McCallum, S., & Boletsis, C. (2013). Dementia games: A literature review of dementia-related serious games. *Lecture Notes in Computer Science*, 15-27. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40790-1_2
- McDowell, C., Tamburri, N., Gawryluk, J. R., & MacDonald, S. W. S. (2025). Longitudinal patterns and predictors of cognitive impairment classification stability. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 40(4), 802-813. <https://doi.org/10.1093/arclin/aca107>
- McKay, S., & Maki, B. (2010). Attitudes of older adults toward shooter video games: An initial study to select an acceptable game for training visual processing. *Gerontechnology*, 9(1), 5-17. <https://doi.org/10.4017/gt.2010.09.01.001.00>
- McKhann, G. M., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack, C. R., Kawas, C. H., Klunk, W. E., Koroshetz, W. J., Manly, J. J., Mayeux, R., Mohs, R. C., Morris, J. C., Rossor, M. N., Scheltens, P., Carrillo, M. C., Thies, B., Weintraub, S., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7(3), 263-269. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.005>
- Meiberth, D., Scheef, L., Wolfsgruber, S., Boecker, H., Block, W., Träber, F., Erk, S., Heneka, M. T., Jacobi, H., Spottke, A., Walter, H., Wagner, M., Hu, X., & Jessen, F. (2015). Cortical thinning in individuals with subjective memory impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 45(1), 139-146. <https://doi.org/10.3233/jad-142322>
- Migliaccio, R., Tanguy, D., Bouzigues, A., Sezer, I., Dubois, B., Ber, I. L., Batrancourt, B., Godefroy, V., & Levy, R. (2020). Cognitive and behavioural inhibition deficits in neurodegenerative dementias. *Cortex*, 131, 265-283. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.08.001>
- Mishra, J., Anguera, J. A., & Gazzaley, A. (2016). Video games for neuro-cognitive optimization. *Neuron*, 90(2), 214-218. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.04.010>
- Mitchell, A. J., Beaumont, H., Ferguson, D., Yadegarfar, M., & Stubbs, B. (2014). Risk of dementia and mild cognitive impairment in older people with subjective memory complaints: meta-analysis. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 130(6), 439-451. <https://doi.org/10.1111/acps.12336>
- Mitchell, D. J., Mousley, A. L. S., Shafto, M. A., & Duncan, J. (2023). Neural contributions to reduced fluid intelligence across the adult lifespan. *Journal of Neuroscience*, 43(2), 293-307. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0148-22.2022>

- Molina, K., Ricci, N., De Moraes, S., & Perracini, M. (2014). Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), Article 156. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-156>
- Molinuevo, J. L., Rabin, L. A., Amariglio, R., Buckley, R., Dubois, B., Ellis, K. A., Ewers, M., Hampel, H., Klöppel, S., Rami, L., Reisberg, B., Saykin, A. J., Sikkes, S., Smart, C. M., Snitz, B. E., Sperling, R., Van Der Flier, W. M., Wagner, M., & Jessen, F. (2016). Implementation of subjective cognitive decline criteria in research studies. *Alzheimer's & Dementia*, 13(3), 296-311. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.09.012>
- Moussavi, Z., Kimura, K., Kehler, L., De Oliveira Francisco, C., & Lithgow, B. (2021). A novel program to improve cognitive function in individuals with dementia using transcranial alternating current stimulation (tACS) and tutored cognitive exercises. *Frontiers in Aging*, 2, Article 632545. <https://doi.org/10.3389/fragi.2021.632545>
- Munro, C. E., Boyle, R., Chen, X., Coughlan, G., Gonzalez, C., Jutten, R. J., Martinez, J., Orlovsky, I., Robinson, T., Weizenbaum, E., Pluim, C. F., Quiroz, Y. T., Gatchel, J. R., Vannini, P., & Amariglio, R. (2023). Recent contributions to the field of subjective cognitive decline in aging: A literature review. *Alzheimer's & Dementia, Diagnosis Assessment & Disease Monitoring*, 15(4), e12475. <https://doi.org/10.1002/dad2.12475>
- Murman, D. (2015). The impact of age on cognition. *Seminars in Hearing*, 36(03), 111-121. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555115>
- Nap, H., De Kort, Y., & IJsselstein, W. (2009). Senior gamers: Preferences, motivations and needs. *Gerontechnology*, 8(4). <https://doi.org/10.4017/gt.2009.08.04.003.00>
- Nap, H., Diaz-Orueta, U., González, M., Lozar-Manfreda, K., Facal, D., Dolničar, V., Oyarzun, D., Ranga, M., & De Schutter, B. (2014). Older people's perceptions and experiences of a digital learning game. *Gerontechnology*, 13(3). <https://doi.org/10.4017/gt.2015.13.3.002.00>
- Napetschnig, A., Deiters, W., Brixius, K., Bertram, M., & Vogel, C. (2025). Development and evaluation of an immersive virtual reality application for road crossing training in older adults. *Geriatrics*, 10(4), 99. <https://doi.org/10.3390/geriatrics10040099>
- Nguyen, L., Murphy, K., & Andrews, G. (2019). Immediate and long-term efficacy of executive functions cognitive training in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 145(7), 698-733. <https://doi.org/10.1037/bul0000196>
- Nguyen, L., Murphy, K., & Andrews, G. (2025). Design and development of a gamified cognitive training program targeting executive functions for older adults. *Entertainment Computing*, 52, Article 100892. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100892>
- Nilsson, L. (2003). Memory function in normal aging. *Acta Neurologica Scandinavica*, 107, 7-13. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0404.107.s179.5.x>
- Nimmons, D., Aker, N., Burnand, A., Jordan, K. P., Cooper, C., Davies, N., Manthorpe, J., Chew-Graham, C. A., Kingstone, T., Petersen, I., & Walters, K. (2024). Clinical effectiveness of pharmacological and non-pharmacological treatments for the management of anxiety in community dwelling people living with dementia: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 157, Article 105507. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105507>
- Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Akitsuki, Y., Shigemune, Y., Sekiguchi, A., Kotozaki, Y., Tsukiura, T., Yomogida, Y., & Kawashima, R. (2012). Brain training game improves executive functions and processing speed in the elderly: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 7(1), e29676. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029676>

- Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(5), 292-305. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.005>
- Olazarán, J., Reisberg, B., Clare, L., Cruz, I., Peña-Casanova, J., Del Ser, T., Woods, B., Beck, C., Auer, S., Lai, C., Spector, A., Fazio, S., Bond, J., Kivipelto, M., Brodaty, H., Rojo, J. M., Collins, H., Teri, L., Mittelman, M., . . . Muñoz, R. (2010). Nonpharmacological therapies in Alzheimer's disease: A systematic review of efficacy. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 30(2), 161-178. <https://doi.org/10.1159/000316119>
- Olegário, R. L., Fernandes, S. R., & De Moraes, R., Jr. (2023). Efficacy of cognitive training on executive functions in healthy older adults: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychology and Health*, 40(5), 714-741. <https://doi.org/10.1080/08870446.2023.2267610>
- Old, S. R., & Naveh-Benjamin, M. (2008). Differential effects of age on item and associative measures of memory: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 23(1), 104-118. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.23.1.104>
- ONTSI. (2024). *El uso de las tecnologías en personas mayores*. <https://www.ontsi.es/es/publicaciones/El-uso-de-las-tecnologias-en-personas-mayores>
- Organización Mundial de la Salud. (1992). *CIE-10: Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud* (10.^a revisión). OMS.
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud*. OMS. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/186463>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Informe sobre la situación mundial de la respuesta de la salud pública a la demencia*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240033245>
- Organización Mundial de la Salud. (2025, Octubre). *Envejecimiento y salud* [Hoja informativa]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Pan, Z. (2016). The roles of familiarity design in active ageing. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1601.06869>
- Papp, K. V., Walsh, S. J., & Snyder, P. J. (2009). Immediate and delayed effects of cognitive interventions in healthy elderly: A review of current literature and future directions. *Alzheimer's & Dementia*, 5(1), 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2008.10.008>
- Parong, J., Seitz, A. R., Jaeggi, S. M., & Green, C. S. (2022). Expectation effects in working memory training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(37), e2209308119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2209308119>
- Parra, D., García, A., & Pérez, J. (2009). Hábitos de uso de los videojuegos en España entre los mayores de 35 años. *Revista Latina de Comunicación Social*, (64), 694-707. <https://doi.org/10.4185/RLCS-64-2009-855-694-707>
- Pawlaczyk, N. A., Słupczewski, J., Szymańska, M., Szmytko, M., Bałaj, B., & Zajac-Lamparska, L. (2021). Neuropsychological factors of subjective cognitive complaints of the older adults. *Acta Neuropsychologica*, 19(2), 259-277. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.9955>
- Peek, S. T., Wouters, E. J., Van Hoof, J., Luijkx, K. G., Boeije, H. R., & Vrijhoef, H. J. (2014). Factors influencing acceptance of technology for aging in place: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*, 83(4), 235-248. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2014.01.004>
- Pereiro, A. X., Valladares-Rodríguez, S., Felpete, A., Lojo-Seoane, C., Campos-Magdaleno, M., Mallo, S.C., Facal, D., Anido-Rifón, L., Belleville, S., & Juncos-Rabadán, O. (2021). Relevance of complaint severity in predicting the progression of Subjective

- Cognitive Decline and Mild Cognitive Impairment: a machine learning approach. *Journal of Alzheimer's Disease*, 82, 1229-1242. <https://doi.org/10.3233/JAD-210334>
- Peretz, C., Korszyn, A. D., Shatil, E., Aharonson, V., Birnboim, S., & Giladi, N. (2011). Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: A randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation. *Neuroepidemiology*, 36(2), 91-99. <https://doi.org/10.1159/000323950>
- Perrotin, A. (2012). Subjective Cognition and Amyloid Deposition Imaging. *Archives of Neurology*, 69(2), 223-229. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2011.666>
- Perrotin, A., La Joie, R., De la Sayette, V., Barré, L., Mézenge, F., Mutlu, J., Guilloteau, D., Egret, S., Eustache, F., & Chételat, G. (2016). Subjective cognitive decline in cognitively normal elders from the community or from a memory clinic: Differential affective and imaging correlates. *Alzheimer's & Dementia*, 13(5), 550-560. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.08.011>
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, 256(3), 183-194. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01388.x>
- Petersen, R. C. (2016). Mild cognitive impairment. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*, 22(2), 404-418. <https://doi.org/10.1212/con.0000000000000313>
- Petersen, R. C., Caracciolo, B., Brayne, C., Gauthier, S., Jelic, V., & Fratiglioni, L. (2014). Mild cognitive impairment: a concept in evolution. *Journal of Internal Medicine*, 275(3), 214-228. <https://doi.org/10.1111/joim.12190>
- Petersen, R. C., Doody, R., Kurz, A., Mohs, R. C., Morris, J. C., Rabins, P. V., Ritchie, K., Rossor, M., Thal, L., & Winblad, B. (2001). Current concepts in mild cognitive impairment. *Archives of Neurology*, 58(12), 1985-1992. <https://doi.org/10.1001/archneur.58.12.1985>
- Petersen, R. C., Lopez, O., Armstrong, M. J., Getchius, T. S. D., Ganguli, M., Gloss, D., Gronseth, G. S., Marson, D., Pringsheim, T., Day, G. S., Sager, M., Stevens, J., & Rae-Grant, A. (2018). Practice guideline update summary: Mild cognitive impairment. *Neurology*, 90(3), 126-135. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000004826>
- Petersen, R. C., & Morris, J. C. (2005). Mild cognitive impairment as a clinical entity and treatment target. *Archives of Neurology*, 62(7), 1160-1163. <https://doi.org/10.1001/archneur.62.7.1160>
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild cognitive impairment: Clinical characterization and outcome. *Archives of Neurology*, 56(3), 303-308. <https://doi.org/10.1001/archneur.56.3.303>
- Pham, T. P., & Theng, Y.-L. (2012, May). Game controllers for older adults: Experimental study on gameplay experiences and preferences. In *Proceedings of the 7th International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG '12)*. ACM. <https://doi.org/10.1145/2282338.2282401>
- Phanasathit, M., Nimnuan, C., & Lohsoonthorn, V. (2022). The effects of cognitive training in healthy community residing thai elderly: A randomized controlled trial. *Psychology Research and Behavior Management*, 15, 3709-3720. <https://doi.org/10.2147/prbm.s383526>
- Picón, E., Juncos-Rabadán, O., Lojo-Seoane, C., Campos-Magdaleno, M., Mallo, S. C., Nieto-Vieites, A., Pereiro, A. X., & Facal, D. (2019). Does empirically derived classification of individuals with subjective cognitive complaints predict dementia? *Brain Sciences*, 9(11), Article 314. <https://doi.org/10.3390/brainsci9110314>
- Pieramico, V., Esposito, R., Cesinaro, S., Frazzini, V., & Sensi, S. L. (2014). Effects of non-pharmacological or pharmacological interventions on cognition and brain plasticity of

- aging individuals. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8, Article 153. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00153>
- Pike, K. E., Cavuoto, M. G., Li, L., Wright, B. J., & Kinsella, G. J. (2021). Subjective cognitive decline: Level of risk for future dementia and mild cognitive impairment, a meta-analysis of longitudinal studies. *Neuropsychology Review*, 32(4), 703-735. <https://doi.org/10.1007/s11065-021-09522-3>
- Pino, O., Guilera, G., Gómez, J., Rojo, J. E., Vallejo, J., & Purdon, S. E. (2006). Escala breve para evaluar el deterioro cognitivo en pacientes psiquiátricos. *Psicothema*, 18(3), 447-452.
- Poels, K., de Kort, Y. A. W., & IJsselstein, W. A. (2007). *Game Experience Questionnaire: Development of a self-report measure to assess the psychological impact of digital games* (Deliverable D3.3). Technische Universiteit Eindhoven.
- Porter, C. E., & Donthu, N. (2006). Using the technology acceptance model to explain how attitudes determine Internet usage: The role of perceived access barriers and demographics. *Journal of Business Research*, 59(9), 999-1007. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2006.06.003>
- Prince, M., Bryce, R., Albanese, E., Wimo, A., Ribeiro, W., & Ferri, C. P. (2013). The global prevalence of dementia: A systematic review and metaanalysis. *Alzheimer's & Dementia*, 9(1), 63-75. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2012.11.007>
- Pupillo, C., Giglioli, I. A. M. C., De Gaspari, S., & Riva, G. (2024). Detecting cognitive flexibility deficits in aging: A novel approach using virtual reality and artificial intelligence. *Cyberpsychology Behavior and Social Networking*, 27(10), 742-745. <https://doi.org/10.1089/cyber.2024.27109.ceu>
- Purdon, S. E. (2005). *The Screen for Cognitive Impairment in Psychiatry (SCIP): Instructions and three alternate forms* [Manual]. PNL Inc.
- Pyae, A., Raitoharju, R., Luimula, M., Pitkäängas, P., & Smed, J. (2016). Serious games and active healthy ageing: a pilot usability testing of existing games. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 16(1), 103-120. <https://doi.org/10.1504/ijnvo.2016.075129>
- Qin, Y., Han, H., Li, Y., Cui, J., Jia, H., Ge, X., Ma, Y., Bai, W., Zhang, R., Chen, D., Yi, F., & Yu, H. (2023). Estimating bidirectional transitions and identifying predictors of mild cognitive impairment. *Neurology*, 100(3), e297-e307. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000201386>
- Rabi, R., Vasquez, B. P., Alain, C., Hasher, L., Belleville, S., & Anderson, N. D. (2020). Inhibitory control deficits in individuals with amnesic mild cognitive impairment: a meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 30(1), 97-125. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09428-6>
- Rabin, L. A., Smart, C. M., Crane, P. K., Amariglio, R. E., Berman, L. M., Boada, M., Buckley, R. F., Chételat, G., Dubois, B., Ellis, K. A., Gifford, K. A., Jefferson, A. L., Jessen, F., Katz, M. J., Lipton, R. B., Luck, T., Maruff, P., Mielke, M. M., Molinuevo, J. L., . . . Sikkes, S. A. (2015). Subjective cognitive decline in older adults: An overview of self-report measures used across 19 international research studies. *Journal of Alzheimer's Disease*, 48(Suppl.1), S63-S86. <https://doi.org/10.3233/jad-150154>
- Rabipour, S. (2018a). *Effects of expectations on cognitive enhancement interventions in young and older adults*. [Tesis doctoral, University of Ottawa]. uO Research (University of Ottawa). <http://dx.doi.org/10.20381/ruor-22412>

- Rabipour, S., & Davidson, P. S. R. (2015). Do you believe in brain training? A questionnaire about expectations of computerised cognitive training. *Behavioural Brain Research*, 295, 64-70. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.01.002>
- Rabipour, S., Davidson, P. S. R., & Kristjansson, E. (2018b). Measuring expectations of cognitive enhancement: Item response analysis of the Expectation Assessment Scale. *Journal of Cognitive Enhancement*, 2(3), 311-317. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0073-4>
- Rami, L., Bosch, B., Sanchez-Valle, R., & Molinuevo, J. (2010). The memory alteration test (M@T) discriminates between subjective memory complaints, mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 50(2), 171-174. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2009.03.005>
- Rebok, G. W., Ball, K., Guey, L. T., Jones, R. N., Kim, H., King, J. W., Marsiske, M., Morris, J. N., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W., & Willis, S. L. (2014). Ten-year effects of the advanced cognitive training for independent and vital elderly cognitive training trial on cognition and everyday functioning in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(1), 16-24. <https://doi.org/10.1111/jgs.12607>
- Reinhart, R. M. G., & Nguyen, J. A. (2019). Working memory revived in older adults by synchronizing rhythmic brain circuits. *Nature Neuroscience*, 22(5), 820-827. <https://doi.org/10.1038/s41593-019-0371-x>
- Reisberg, B., Shulman, M. B., Torossian, C., Leng, L., & Zhu, W. (2010). Outcome over seven years of healthy adults with and without subjective cognitive impairment. *Alzheimer's & Dementia*, 6(1), 11-24. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2009.10.002>
- Rey-Mermet, A., & Gade, M. (2018). Inhibition in aging: What is preserved? What declines? A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(5), 1695-1716. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1384-7>
- Rienzo, A., & Cubillos, C. (2020). Playability and player experience in digital games for elderly: A systematic literature review. *Sensors*, 20(14), Article 3958. <https://doi.org/10.3390/s20143958>
- Rivas-Fernández, M. Á. R., Aldrey-Vázquez, J. M., Lojo-Seoane, C., Lindín, M., Pías-Peleiteiro, J. M., Vieites, A. N., Zurrón, M., Domínguez-Vivero, C., Campos-Magdaleno, M., Pereiro, A. X., & Díaz, F. (2020). Cortical thickness of parahippocampal gyrus discriminates mild cognitive impairment groups with different profiles of CSF biomarkers. *Alzheimer's & Dementia*, 16(Suppl.4). <https://doi.org/10.1002/alz.040944>
- Rivas-Fernández, M. Á., Lindín, M., Zurrón, M., Díaz, F., Aldrey-Vázquez, J. M., Pías-Peleiteiro, J. M., Vázquez-Vázquez, L., Pereiro, A. X., Lojo-Seoane, C., Nieto-Vieites, A., & Galdo-Álvarez, S. (2022). Brain atrophy and clinical characterization of adults with mild cognitive impairment and different cerebrospinal fluid biomarker profiles according to the AT(N) research framework of Alzheimer's disease. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, Article 799347. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.799347>
- Rivas-Fernández, M. Á., Lindín, M., Zurrón, M., Díaz, F., Lojo-Seoane, C., Pereiro, A. X., & Galdo-Álvarez, S. (2023). Neuroanatomical and neurocognitive changes associated with subjective cognitive decline. *Frontiers in medicine*, 10, Article 1094799. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1094799>
- Roheger, M., Hennersdorf, X., Riemann, S., Flöel, A., & Meinzer, M. (2021). A systematic review and network meta-analysis of interventions for subjective cognitive decline. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*, 7(1), e12180. <https://doi.org/10.1002/trc2.12180>

- Röhr, S., Pabst, A., Riedel-Heller, S. G., Jessen, F., Turana, Y., Handajani, Y. S., Brayne, C., Matthews, F. E., Stephan, B. C. M., Lipton, R. B., Katz, M. J., Wang, C., Guerchet, M., Preux, P., Mbelesso, P., Ritchie, K., Ancelin, M., Carrière, I., Guaita, A., . . . Sachdev, P. S. (2020). Estimating prevalence of subjective cognitive decline in and across international cohort studies of aging: a COSMIC study. *Alzheimer's Research & Therapy*, 12(1), Article 167. <https://doi.org/10.1186/s13195-020-00734-y>
- Román-Caballero, R., & Mioni, G. (2025). Time-based and event-based prospective memory in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease patients: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 35(1), 102-125. <https://doi.org/10.1007/s11065-023-09626-y>
- Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., LaFrance, W. C., Jr, & Coffey, C. E. (2002). Executive control function. *Journal of Neuropsychiatry*, 14(4), 377-405. <https://doi.org/10.1176/jnp.14.4.377>
- Ryan, R. M., Rigby, C. S., & Przybylski, A. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*, 30(4), 344-360. <https://doi.org/10.1007/s11031-006-9051-8>
- Sabbagh, M., Cooper, K., DeLange, J., Stoehr, J., Thind, K., Lahti, T., Reisberg, B., Sue, L., Vedders, L., Fleming, S., & Beach, T. (2010). Functional, global and cognitive decline correlates to accumulation of Alzheimer's pathology in MCI and AD. *Current Alzheimer Research*, 7(4), 280-286. <https://doi.org/10.2174/156720510791162340>
- Sala, G., Aksayli, N. D., Tatlidil, K. S., Tatsumi, T., Gondo, Y., & Gobet, F. (2019). Near and far transfer in cognitive training: A second-order meta-analysis. *Collabra: Psychology*, 5(1). <https://doi.org/10.1525/collabra.203>
- Salemme, S., Lombardo, F. L., Lacorte, E., Sciancalepore, F., Remoli, G., Bacigalupo, I., Piscopo, P., Zamboni, G., Rossini, P. M., Cappa, S. F., Perani, D., Spadin, P., Tagliavini, F., Vanacore, N., & Ancidoni, A. (2025). The prognosis of mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 17(1), e70074. <https://doi.org/10.1002/dad2.70074>
- Salmon, J. P., Dolan, S. M., Drake, R. S., Wilson, G. C., Klein, R. M., & Eskes, G. A. (2017). A survey of video game preferences in adults: Building better games for older adults. *Entertainment Computing*, 21, 45-64. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2017.04.006>
- Salthouse, T. A. (2010). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16(5), 754-760. <https://doi.org/10.1017/s1355617710000706>
- Sanches, C., Stengel, C., Godard, J., Mertz, J., Teichmann, M., Migliaccio, R., & Valero-Cabré, A. (2021). Past, present, and future of non-invasive brain stimulation approaches to treat cognitive impairment in neurodegenerative diseases: Time for a comprehensive critical review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, Article 578339. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.578339>
- Sanford, A. M. (2017). Mild cognitive impairment. *Clinics in Geriatric Medicine*, 33(3), 325-337. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2017.02.005>
- Sanjuán, M., Navarro, E., & Calero, M. D. (2020). Effectiveness of cognitive interventions in older adults: A review. *European Journal of Investigation in Health Psychology and Education*, 10(3), 876-898. <https://doi.org/10.3390/ejihpe10030063>
- Schneider, L. S. (2000). A critical review of cholinesterase inhibitors as a treatment modality in Alzheimer's disease. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 2(2), 111-128. <https://doi.org/10.31887/dcns.2000.2.2/lschneider>
- Schneider, N., Wilkes, J., Grandt, M., & Schlick, C. (2008). Investigation of input devices for the age-differentiated design of human-computer interaction. *Proceedings of the Human*

- Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 52(2), 144-148.
<https://doi.org/10.1177/154193120805200202>
- Schwarz, K. A., & Büchel, C. (2015). Cognition and the placebo effect -dissociating subjective perception and actual performance. *PLoS ONE*, 10(7), e0130492.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130492>
- Senczyszyn, A., Wallner, R., Szczesniak, D. M., Łuc, M., & Rymaszewska, J. (2021). The effectiveness of computerized cognitive training combined with whole body cryotherapy in improving cognitive functions in older adults. A case control study. *Frontiers in Psychiatry*, 12, Article 649066. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.649066>
- Seo, E. H., Kim, H., Lee, K. H., & Choo, I. H. (2016). Altered executive function in pre-mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 54(3), 933-940.
<https://doi.org/10.3233/jad-160052>
- Sharew, N. T. (2022). The effect of multimodal non-pharmacological interventions on cognitive function improvement for people with dementia: A systematic review. *Frontiers in Public Health*, 10, Article 894930. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.894930>
- Sheikh, J. I., & Yesavage, J. A. (1986). Geriatric Depression Scale (GDS): Recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontologist: The Journal of Aging and Mental Health*, 5(1-2), 165-173. https://doi.org/10.1300/J018v05n01_09
- Sheng, C., Yang, K., Wang, X., Li, H., Li, T., Lin, L., Liu, Y., Yang, Q., Wang, X., Wang, X., Sun, Y., & Han, Y. (2020). Advances in non-pharmacological interventions for subjective cognitive decline: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Alzheimer's Disease*, 77(2), 903-920. <https://doi.org/10.3233/jad-191295>
- Shin, E., Roh, H. J., & Sok, S. (2024). Effects of the dual-task training program for Korean older adults with mild cognitive impairment in community. *Geriatric Nursing*, 60, 5-13. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2024.08.024>
- Sikkes, S. A., Tang, Y., Jutten, R. J., Wesselman, L. M., Turkstra, L. S., Brodaty, H., Clare, L., Cassidy-Eagle, E., Cox, K. L., Chételat, G., Dautricourt, S., Dhana, K., Dodge, H., Dröes, R., Hampstead, B. M., Holland, T., Lampit, A., Laver, K., Lutz, A., . . . Bahar-Fuchs, A. (2020). Toward a theory-based specification of non-pharmacological treatments in aging and dementia: Focused reviews and methodological recommendations. *Alzheimer's & Dementia*, 17(2), 255-270. <https://doi.org/10.1002/alz.12188>
- Silva, P. A., Holden, K., & Jordan, P. (2015). Towards a list of heuristics to evaluate smartphone apps targeted at older adults: A study with apps that aim at promoting health and well-being. En *Proceedings of the 48th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3237-3246). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.390>
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. L. (2016). Do “Brain-Training” programs work? *Gothic.net*, 17(3), 103-186. <https://doi.org/10.1177/1529100616661983>
- Singh-Manoux, A., Dugravot, A., Ankri, J., Nabi, H., Berr, C., Goldberg, M., Zins, M., Kivimäki, M., & Elbaz, A. (2014). Subjective cognitive complaints and mortality: Does the type of complaint matter? *Journal of Psychiatric Research*, 48(1), 73-78.
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2013.10.005>
- Sitzer, D. I., Twamley, E. W., & Jeste, D. V. (2006). Cognitive training in Alzheimer's disease: a meta-analysis of the literature. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 114(2), 75-90.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2006.00789.x>
- Slavin, M. J., Brodaty, H., Kochan, N. A., Crawford, J. D., Trollor, J. N., Draper, B., & Sachdev, P. S. (2010). Prevalence and predictors of subjective cognitive complaints in

- the Sydney memory and ageing study. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 18(8), 701-710. <https://doi.org/10.1097/jgp.0b013e3181df49fb>
- Slot, R. E., Sikkes, S. A., Berkhof, J., Brodaty, H., Buckley, R., Cavedo, E., Dardiotis, E., Guillo-Benarous, F., Hampel, H., Kochan, N. A., Lista, S., Luck, T., Maruff, P., Molinuevo, J. L., Kornhuber, J., Reisberg, B., Riedel-Heller, S. G., Risacher, S. L., Roehr, S., . . . Van Der Flier, W. M. (2018). Subjective cognitive decline and rates of incident Alzheimer's disease and non-Alzheimer's disease dementia. *Alzheimer's & Dementia*, 15(3), 465-476. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.10.003>
- Small, J. A. (2012). A new frontier in spaced retrieval memory training for persons with Alzheimer's disease. *Neuropsychological Rehabilitation*, 22(3), 329-361. <https://doi.org/10.1080/09602011.2011.640468>
- Smit, D., Koerts, J., Dorien, F. B., Anselm, B. F., Tucha, L., & Tucha, O. (2024). Look who is complaining: Psychological factors predicting subjective cognitive complaints in a large community sample of older adults. *Applied Neuropsychology Adult*, 31(3), 203-217. <https://doi.org/10.1080/23279095.2021.2007387>
- Smith, G., Del Sala, S., Logie, R. H., & Maylor, E. A. (2000). Prospective and retrospective memory in normal ageing and dementia: A questionnaire study. *Memory*, 8(5), 311-321. <https://doi.org/10.1080/09658210050117735>
- Smith, G. E., Housen, P., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W., & Zelinski, E. M. (2009). A cognitive training program based on principles of brain plasticity: Results from the Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(4), 594-603. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02167.x>
- Snitz, B. E., Lopez, O. L., McDade, E., Becker, J. T., Cohen, A. D., Price, J. C., Mathis, C. A., & Klunk, W. E. (2015). Amyloid- β imaging in older adults presenting to a memory clinic with subjective cognitive decline: A pilot study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 48(Suppl.1), S151-S159. <https://doi.org/10.3233/jad-150113>
- Song, W., Wu, W., Zhao, Y., Xu, H., Chen, G., Jin, S., Chen, J., Xian, S., & Liang, J. (2023). Evidence from a meta-analysis and systematic review reveals the global prevalence of mild cognitive impairment. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1227112. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1227112>
- Souders, D. J., Boot, W. R., Charness, N., & Moxley, J. H. (2015). Older adult video game preferences in practice. *Games and Culture*, 11(1-2), 170-200. <https://doi.org/10.1177/1555412015603538>
- Spaniol, J., & Grady, C. (2012). Aging and the neural correlates of source memory: over-recruitment and functional reorganization. *Neurobiology of Aging*, 33(2), 425.e3-425.e18. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2010.10.005>
- Speer, D. C. (1992). Clinically significant change: Jacobson and Truax (1991) revisited. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60(3), 402-408. <https://doi.org/10.1037/0022-006x.60.3.402>
- Spencer, W. D., & Raz, N. (1995). Differential effects of aging on memory for content and context: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 10(4), 527-539. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.10.4.527>
- Srisuwan, P., Nakawiro, D., Kuha, O., Kengpanich, S., Gesakomol, K., & Chansirikarnjana, S. (2025). Efficacy of a group-based 8-week multicomponent cognitive training on cognition, mood and activities of daily living among healthy older adults: A two-year follow-up of a randomized controlled trial. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, 12(2), Article 100033. <https://doi.org/10.1016/j.tjpad.2024.100033>

- Stern, Y., Blumen, H. M., Rich, L. W., Richards, A., Herzberg, G., & Gopher, D. (2011). Space Fortress game training and executive control in older adults: A pilot intervention. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 18(6), 653-677. <https://doi.org/10.1080/13825585.2011.613450>
- Stoner, C. R., Orrell, M., & Spector, A. (2018). The psychometric properties of the control, autonomy, self-realisation and pleasure scale (CASP-19) for older adults with dementia. *Aging & Mental Health*, 23(5), 643-649. <https://doi.org/10.1080/13607863.2018.1428940>
- Streater, A., Spector, A., Aguirre, E., & Orrell, M. (2016). Cognitive stimulation therapy (CST) for people with dementia in practice: An observational study. *British Journal of Occupational Therapy*, 79(12), 762-767. <https://doi.org/10.1177/0308022616668358>
- Sun, W., Matsuoka, T., & Narumoto, J. (2021). Decision-making support for people with Alzheimer's disease: A narrative review. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 750803. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.750803>
- Sung, C., Jen, H., Liu, D., Kustanti, C. Y., Chu, H., Chen, R., Lin, H., Chang, C., & Chou, K. (2023). The effect of cognitive training on domains of attention in older adults with mild cognitive impairment and mild dementia: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of Global Health*, 13, Article 04078. <https://doi.org/10.7189/jogh.13.04078>
- Swinnen, N., De Bruin, E. D., Dumoulin, C., Thalmann, M., Guimarães, V., De Jong, J., Vandenbulcke, M., & Vancampfort, D. (2021). The VITAAL stepping exergame prototype for older adults with major neurocognitive disorder: A usability study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13, Article 701319. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.701319>
- Taler, V., Monetta, L., Sheppard, C., & Ohman, A. (2020). Semantic function in mild cognitive impairment. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 3041. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03041>
- Tetlow, A. M., & Edwards, J. D. (2017). Systematic literature review and meta-analysis of commercially available computerized cognitive training among older adults. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(4), 559-575. <https://doi.org/10.1007/s41465-017-0051-2>
- Toril, P., Reales, J. M., & Ballesteros, S. (2014). Video game training enhances cognition of older adults: A meta-analytic study. *Psychology and Aging*, 29(3), 706-716. <https://doi.org/10.1037/a0037507>
- Traut, H. J., Guild, R. M., & Munakata, Y. (2021). Why does cognitive training yield inconsistent benefits? A meta-analysis of individual differences in baseline cognitive abilities and training outcomes. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 662139. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.662139>
- Treitz, F. H., Heyder, K., & Daum, I. (2007). Differential course of executive control changes during normal aging. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 14(4), 370-393. <https://doi.org/10.1080/13825580600678442>
- Tromp, D., Dufour, A., Lithfous, S., Pebayle, T., & Després, O. (2015). Episodic memory in normal aging and Alzheimer disease: Insights from imaging and behavioral studies. *Ageing Research Reviews*, 24(Pt B), 232-262. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.08.006>
- Tsai, Y. I., Beh, J., Ganderton, C., & Pranata, A. (2024). Digital interventions for healthy ageing and cognitive health in older adults: A systematic review of mixed method studies and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 24(1), Article 217. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-04617-3>
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 1-25. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114>

- Uehara, M. A., Kalia, S., Campuzano, M. G., Jafari-Jozani, M., Lithgow, B., & Moussavi, Z. (2025). Cognitive and neuropsychiatric effects of 40 Hz tACS simultaneously with Cognitive exercises for dementia: A randomized, crossover, double-blind, Sham-controlled study. *Medicina*, 61(4), Article 757. <https://doi.org/10.3390/medicina61040757>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2020). *World Population Ageing 2020*. United Nations.
- van Balkom, T. D., Van Den Heuvel, O. A., Berendse, H. W., Van Der Werf, Y. D., & Vriend, C. (2020). The effects of cognitive training on brain network activity and connectivity in aging and neurodegenerative diseases: A systematic review. *Neuropsychology Review*, 30(2), 267-286. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09440-w>
- van Deursen, A. J. (2020). Digital inequality during a pandemic: Quantitative study of differences in COVID-19-related internet uses and outcomes among the general population. *Journal of Medical Internet Research*, 22(8), e20073. <https://doi.org/10.2196/20073>
- van Harten, A. C., Mielke, M. M., Swenson-Dravis, D. M., Hagen, C. E., Edwards, K. K., Roberts, R. O., Geda, Y. E., Knopman, D. S., & Petersen, R. C. (2018). Subjective cognitive decline and risk of MCI. *Neurology*, 91(4), e300-e312. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000005863>
- Van Hoornweder, S., Stagg, C. J., & Wischniewski, M. (2025). Personalizing transcranial electrical stimulation. *Trends in Neurosciences*, 48(9), 663-678. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2025.07.007>
- Vasodi, E., Saatchian, V., & Ghahfarokhi, A. D. (2023). Virtual reality-based exercise interventions on quality of life, some balance factors and depression in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Geriatric Nursing*, 53, 227-239. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2023.07.019>
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information Technology: toward a unified view. *Management Information Systems Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *Management Information Systems Quarterly*, 36(1), 157-178. <https://doi.org/10.2307/41410412>
- Venneri, A., Mitolo, M., Beltrachini, L., Varma, S., Della Pietà, C., Jahn-Carta, C., Frangi, A. F., & De Marco, M. (2019). Beyond episodic memory: Semantic processing as independent predictor of hippocampal/perirhinal volume in aging and mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, 33(4), 523-533. <https://doi.org/10.1037/neu0000534>
- Verhaeghen, P. (2003). Aging and vocabulary score: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 18(2), 332-339. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.18.2.332>
- Verhaeghen, P., & Salthouse, T. A. (1997). Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. *Psychological Bulletin*, 122(3), 231-249. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.122.3.231>
- Verlinden, V. J., Van Der Geest, J. N., De Bruijn, R. F., Hofman, A., Koudstaal, P. J., & Ikram, M. A. (2015). Trajectories of decline in cognition and daily functioning in preclinical dementia. *Alzheimer's & Dementia*, 12(2), 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2015.08.001>
- Veroniki, A. A., Ashoor, H. M., Rios, P., Seitidis, G., Stewart, L., Clarke, M., Tudur-Smith, C., Mavridis, D., Hemmelgarn, B. R., Holroyd-Leduc, J., Straus, S. E., & Tricco, A. C. (2022). Comparative safety and efficacy of cognitive enhancers for Alzheimer's

- dementia: a systematic review with individual patient data network meta-analysis. *BMJ Open*, 12(4), e053012. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053012>
- Vlandas, T., McArthur, D., & Ganslmeier, M. (2021). Ageing and the economy: a literature review of political and policy mechanisms. *Political Research Exchange*, 3(1), Article 1932532. <https://doi.org/10.1080/2474736x.2021.1932532>
- Vogeti, S., Boetzel, C., & Herrmann, C. S. (2022). Entrainment and spike-timing dependent plasticity: A review of proposed mechanisms of transcranial alternating current stimulation. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 16, Article 827353. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2022.827353>
- Wagnon, C. C., Wehrmann, K., Klöppel, S., & Peter, J. (2019). Incidental learning: A systematic review of its effect on episodic memory performance in older age. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11, Article 173. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00173>
- Walker, M. E., Vibell, J. F., Dewald, A. D., & Sinnett, S. (2022). Ageing and selective inhibition of irrelevant information in an attention-demanding rapid serial visual presentation task. *Brain and Neuroscience Advances*, 6, Article 23982128211073427. <https://doi.org/10.1177/23982128211073427>
- Wang, N., Li, J., Guo, Y., Zhang, P., You, F., Wang, Z., Wang, Z., & Hong, X. (2025). Neural mechanisms of non-pharmacological interventions in patients with mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: An ALE meta-analysis. *Experimental Gerontology*, 200, Article 112678. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2025.112678>
- Wang, P., Yang, T., Peng, W., Wang, M., Chen, X., Yang, Y., Huang, Y., Jiang, Y., Wang, F., Sun, S., Ruan, Y., Ding, Y., Yao, Y., & Wang, Y. (2024b). Effects of a multicomponent intervention with cognitive training and lifestyle guidance for older adults at risk of dementia. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 85(2). <https://doi.org/10.4088/jcp.23m15112>
- Wang, X., Mao, Z., Ling, Z., & Yu, X. (2020). Repetitive transcranial magnetic stimulation for cognitive impairment in Alzheimer's disease: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Neurology*, 267(3), 791-801. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09644-y>
- Wang, X., Wang, Z., Hu, H., Qu, Y., Wang, M., Shen, X., Xu, W., Dong, Q., Tan, L., & Yu, J. (2021). Association of subjective cognitive decline with risk of cognitive impairment and dementia: A systematic review and meta-analysis of prospective longitudinal studies. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, 8(3), 277-285. <https://doi.org/10.14283/jpad.2021.27>
- Wang, Y. (2024a). Understanding senior adults' needs, preferences, and experiences of commercial exergames for health: Usability study. *JMIR Serious Games*, 12, e36154. <https://doi.org/10.2196/36154>
- Wang, Y., Li, M., Haughton, D., & Kazis, L. E. (2024c). Transition of mild cognitive impairment to Alzheimer's disease: Medications as modifiable risk factors. *PloS one*, 19(8), e0306270. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306270>
- Weissberger, G. H., Strong, J. V., Stefanidis, K. B., Summers, M. J., Bondi, M. W., & Stricker, N. H. (2017). Diagnostic accuracy of memory measures in Alzheimer's dementia and mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 27(4), 354-388. <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9360-6>
- Wiggins, R. D., Netuveli, G., Hyde, M., Higgs, P., & Blane, D. (2007). The evaluation of a self-enumerated scale of quality of life (CASP-19) in the context of research on ageing: A combination of exploratory and confirmatory approaches. *Social Indicators Research*, 89(1), 61-77. <https://doi.org/10.1007/s11205-007-9220-5>

- Willis, S. L., Tennstedt, S. L., Marsiske, M., Ball, K., Elias, J., Koepke, K. M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Unverzagt, F. W., Stoddard, A. M., Wright, E., & Group, F. T. A. S. (2006). Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults. *JAMA*, 296(23), 2805-2814. <https://doi.org/10.1001/jama.296.23.2805>
- Winblad, B., Palmer, K., Kivipelto, M., Jelic, V., Fratiglioni, L., Wahlund, L. O., Nordberg, A., Bäckman, L., Albert, M., Almkvist, O., Arai, H., Basun, H., Blennow, K., de Leon, M., DeCarli, C., Erkinjuntti, T., Giacobini, E., Graff, C., Hardy, J., Jack, C., ... Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment-beyond controversies, towards a consensus: report of the International Working Group on Mild Cognitive Impairment. *Journal of Internal Medicine*, 256(3), 240-246. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01380.x>
- Wischniewski, M., Alekseichuk, I., & Opitz, A. (2023). Neurocognitive, physiological, and biophysical effects of transcranial alternating current stimulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(2), 189-205. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.11.013>
- Wolinsky, F. D., Weg, M. W. V., Howren, M. B., Jones, M. P., & Dotson, M. M. (2013). A randomized controlled trial of cognitive training using a visual speed of processing intervention in middle aged and older adults. *PLoS ONE*, 8(5), e61624. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061624>
- Wolk, D. A., Manning, K., Kliot, D., & Arnold, S. E. (2013). Recognition memory in amnesic-mild cognitive impairment: insights from event-related potentials. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5, Article 89. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00089>
- Wollesen, B., Wildbrecht, A., Van Schooten, K. S., Lim, M. L., & Delbaere, K. (2020). The effects of cognitive-motor training interventions on executive functions in older people: a systematic review and meta-analysis. *European Review of Aging and Physical Activity*, 17(1), Article 9. <https://doi.org/10.1186/s11556-020-00240-y>
- World Medical Association. (2008). Déclaration d' Helsinki: Principes éthiques pour la recherche médicale impliquant des sujets humains (59e Assemblée générale, Séoul).
- World Medical Association. (2013). Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects (64e General Assembly, Fortaleza).
- Wu, J., He, Y., Liang, S., Liu, Z., Huang, J., Liu, W., Tao, J., Chen, L., Chan, C. C. H., & Lee, T. M. C. (2023). Effects of computerized cognitive training on structure-function coupling and topology of multiple brain networks in people with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *Alzheimer's Research & Therapy*, 15(1), Article 158. <https://doi.org/10.1186/s13195-023-01292-9>
- Xia, H., Hou, Y., Li, Q., & Chen, A. (2024). A meta-analysis of cognitive flexibility in aging: Perspective from functional network and lateralization. *Human Brain Mapping*, 45(14), e70031. <https://doi.org/10.1002/hbm.70031>
- Xiang, C., & Zhang, Y. (2023). Comparison of cognitive intervention strategies for individuals with Alzheimer's disease: A systematic review and network meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 34(2), 402-416. <https://doi.org/10.1007/s11065-023-09584-5>
- Xie, Y., Li, Y., Duan, H., Xu, X., Zhang, W., & Fang, P. (2021). Theta oscillations and source connectivity during complex audiovisual object encoding in working memory. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, Article 614950. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.614950>
- Xue, C., Li, J., Hao, M., Chen, L., Chen, Z., Tang, Z., Tang, H., & Fang, Q. (2023). High prevalence of subjective cognitive decline in older Chinese adults: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 11, Article 1277995. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1277995>

- Yang, C., Han, X., Jin, M., Xu, J., Wang, Y., Zhang, Y., Xu, C., Zhang, Y., Jin, E., & Piao, C. (2021b). The effect of video game-based interventions on performance and cognitive function in older adults: Bayesian network meta-analysis. *JMIR Serious Games*, 9(4), e27058. <https://doi.org/10.2196/27058>
- Yang, D., Shin, Y., & Hong, K. (2021a). Systemic review on transcranial electrical stimulation parameters and EEG/fNIRS features for brain diseases. *Frontiers in Neuroscience*, 15, Article 629323. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.629323>
- Yang, H. J., Lee, J., & Lee, W. (2025). Factors influencing health care technology acceptance in older adults based on the technology acceptance model and the unified theory of acceptance and use of technology: meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e65269. <https://doi.org/10.2196/65269>
- Yu, D., Li, X., & Lai, F. H. (2023). The effect of virtual reality on executive function in older adults with mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Aging & Mental Health*, 27(4), 663-673. <https://doi.org/10.1080/13607863.2022.2076202>
- Yu, R. W. L., & Chan, A. H. S. (2021). Meta-analysis of the effects of game types and devices on older adults-video game interaction: Implications for video game training on cognition. *Applied Ergonomics*, 96, Article 103477. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103477>
- Yun, S., & Ryu, S. (2022). The effects of cognitive-based interventions in older adults: A systematic review and meta-Analysis. *Iranian Journal of Public Health*, 51(1), 1-11. <https://doi.org/10.18502/ijph.v51i1.8286>
- Zelinski, E. M. (2009). Far transfer in cognitive training of older adults. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27(5), 455-471. <https://doi.org/10.3233/rnn-2009-0495>
- Zelinski, E. M., Spina, L. M., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W., & Smith, G. E. (2011). Improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training: results of the 3-month follow-up. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(2), 258-265. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03277.x>
- Zhang, H., Huntley, J., Bhome, R., Holmes, B., Cahill, J., Gould, R. L., Wang, H., Yu, X., & Howard, R. (2019b). Effect of computerized cognitive training on cognitive outcomes in mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 9(8), e027062. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027062>
- Zhang, H., Miao, C., Wu, Q., Tao, X., & Shen, Z. (2019a). The Effect of Familiarity on Older Adults' Engagement in Exergames. In *Lecture notes in computer science* (pp. 277-288). https://doi.org/10.1007/978-3-030-22015-0_22
- Zhang, M. (2023). Older people's attitudes towards emerging technologies: A systematic literature review. *Public Understanding of Science*, 32(8), 948-968. <https://doi.org/10.1177/09636625231171677>
- Zhao, Y., Feng, H., Wu, X., Du, Y., Yang, X., Hu, M., Ning, H., Liao, L., Chen, H., & Zhao, Y. (2020). Effectiveness of exergaming in improving cognitive and physical function in people with mild cognitive impairment or dementia: Systematic review. *JMIR Serious Games*, 8(2), e16841. <https://doi.org/10.2196/16841>
- Zhu, C., Arunogiri, S., Li, Q., Thomas, E. H. X., & Gurvich, C. (2024). Cognitive training during midlife: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 35(3), 427-448. <https://doi.org/10.1007/s11065-024-09649-z>
- Zurrón, M., Pereiro, A. X., Rodríguez-Pérez, A. I., Galdo-Álvarez, S., Ansedé, J. J., Lojo-Seoane, C., Lindín, M., Facal, D., Rivas-Fernández, M. Á., Campos-Magdaleno, M., Carracedo, Á., Labandeira-García, J. L., & Díaz, F. (2025). Plasma and neurostructural biomarkers in the clinical-biological characterization of early stages of the Alzheimer's

disease continuum: findings from the Compostela Aging Study. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, Article 100331.
<https://doi.org/10.1016/j.tpad.2025.100331>

Zuschnegg, J., Schoberer, D., Häussl, A., Herzog, S. A., Russegger, S., Ploder, K., Fellner, M., Hofmarcher-Holzhacker, M. M., Roller-Wirnsberger, R., Paletta, L., Koini, M., & Schüssler, S. (2023). Effectiveness of computer-based interventions for community-dwelling people with cognitive decline: a systematic review with meta-analyses. *BMC Geriatrics*, 23(1), Article 229. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-03941-y>

Apéndices

Apéndice I: Aspectos Éticos, Legales, de Conflicto de Intereses y Financiación

Conflicto De Interés: Ana Nieto Vieites declara no tener ningún conflicto de interés en relación con la tesis doctoral.

Aspectos Éticos y Legales: Este proyecto de investigación se encuadra dentro del *Estudio longitudinal del deterioro cognitivo en el envejecimiento normal, DCL y EA. Efectos de un programa integrado de estimulación cognitiva por videojuegos y estimulación eléctrica transcranial* (código de registro: 2017/498) aprobado por el Comité Autonómico de Ética de Investigación de Galicia (Xunta de Galicia), siendo desarrollado en conformidad con lo dispuesto en la Declaración de Helsinki, revisada en Fortaleza en 2013. Todas las personas participantes ofrecieron su consentimiento informado por escrito, asegurándose la privacidad de los datos recogidos y el anonimato de los resultados única y exclusivamente para la divulgación científica.

Financiación: La presente tesis doctoral se enmarca en una de las líneas de trabajo del Grupo de Investigación de Neurociencia Cognitiva Aplicada y Psicoxerontoloxía (NeuCogA-Aging; GI-1807) de la Universidade de Santiago de Compostela.

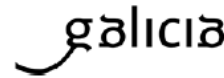
Este trabajo fue financiado con fondos FEDER (“Una manera de hacer Europa”) a través de la Agencia Estatal de Investigación española (Doi: 10.13039/501100011033; Referencias: PID2020-114521RB-C21 y PSI2017-89389-C2-1-R) y por el Gobierno de Galicia (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria; axudas para a consolidación e estruturación de unidades de investigación competitivas do Sistema Universitario de Galicia; GI-1807-USC: Referencia ED431C 2021/04).

Ana Nieto Vieites ha sido beneficiaria del Programa IACOBUS, de cooperación cultural, científica y pedagógica entre las Universidades y los Centros de Enseñanza Superior de la Eurorregión Galicia-Norte de Portugal, para la realización de una estancia de investigación en la Universidade do Porto.

Apéndice II: Informe Favorable del Comité de Ética



Secretaría Técnica
Comité Autonómico de Ética da Investigación de Galicia
Secretaría Xeral, Consellería de Sanidade
Edificio Administrativo San Lázaro
15703 SANTIAGO DE COMPOSTELA
Tel: 881546425. Correo-e: oeio@sergas.es



DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE SANTIAGO-LUGO

Cristina Márquez Riveras, Secretaria del Comité de Ética de la Investigación de Santiago-Lugo,

CERTIFICA:

Que este Comité evaluó en su reunión del día 22 de febrero de 2018 el estudio:

Título: Estudio longitudinal del deterioro cognitivo en el envejecimiento normal, DCL y EA. Efectos de un programa integrado de estimulación cognitiva por video-juegos y estimulación eléctrica transcraneal

Versión Enmienda:

Tipo de estudio: Otros

Promotor: Arturo X. Pereiro Rozas

Código del Promotor:

Código de Registro: 2017/498

Y, tomando en consideración las siguientes cuestiones:

- La pertinencia del estudio, teniendo en cuenta el conocimiento disponible, así como los requisitos legales aplicables, y en particular la Ley 14/2007, de investigación biomédica, el Real Decreto 1716/2011, de 18 de noviembre, por el que se establecen los requisitos básicos de autorización y funcionamiento de los biobancos con fines de investigación biomédica y del tratamiento de las muestras biológicas de origen humana, y se regula el funcionamiento y organización del Registro Nacional de Biobancos para investigación biomédica, la ORDEN SAS/3470/2009, de 16 de diciembre, por la que se publican las Directrices sobre estudios Postautorización de Tipo Observacional para medicamentos de uso humano, y la Circular nº 07/2004, de investigaciones clínicas con productos sanitarios.
- La idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio, justificación de los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, así como los beneficios esperados.
- Los principios éticos da Declaración de Helsinki vigente.
- Los Procedimientos Normalizados de Trabajo del Comité.

Emite un dictamen **FAVORABLE** para la realización del estudio **por el/la investigador/a del centro:**

Centros	Investigadores Principales
Universidade de Santiago de Compostela	Arturo X. Pereiro Rozas

En Santiago de Compostela, a 22 de febrero de 2018.

La Secretaria del Comité Territorial de Ética de la Investigación de Santiago Lugo,



Cristina Márquez Riveras



Documento firmado digitalmente por:
Márquez Riveras, Cristina: 02/03/2018 15:51
M4G4-BOAG-OFJ1-MR15-2000-2317-487





Secretaría Técnica
Comité Autonómico de Ética da Investigación de Galicia
Secretaría Xeral, Consellería de Sanidade
Edificio Administrativo San Lázaro
15703 SANTIAGO DE COMPOSTELA
Tel: 881546425. Correo-e: ceio@sergas.es



DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE SANTIAGO-LUGO

Cristina Márquez Riveras, Secretaria del Comité de Ética de la Investigación de Santiago-Lugo,

CERTIFICA:

Que este Comité evaluó en su reunión del día 22 de febrero de 2018 el estudio:

Título: Estudio longitudinal del deterioro cognitivo en el envejecimiento normal, DCL y EA. Efectos de un programa integrado de estimulación cognitiva por video-juegos y estimulación eléctrica transcraneal

Versión Enmienda:

Tipo de estudio: Otros

Promotor: Arturo X. Pereiro Rozas

Código del Promotor:

Código de Registro: 2017/498

Y, tomando en consideración las siguientes cuestiones:

- La pertinencia del estudio, teniendo en cuenta el conocimiento disponible, así como los requisitos legales aplicables, y en particular la Ley 14/2007, de investigación biomédica, el Real Decreto 1716/2011, de 18 de noviembre, por el que se establecen los requisitos básicos de autorización y funcionamiento de los biobancos con fines de investigación biomédica y del tratamiento de las muestras biológicas de origen humana, y se regula el funcionamiento y organización del Registro Nacional de Biobancos para investigación biomédica, la ORDEN SAS/3470/2009, de 16 de diciembre, por la que se publican las Directrices sobre estudios Postautorización de Tipo Observacional para medicamentos de uso humano, y la Circular nº 07/2004, de investigaciones clínicas con productos sanitarios.
- La idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio, justificación de los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, así como los beneficios esperados.
- Los principios éticos da Declaración de Helsinki vigente.
- Los Procedimientos Normalizados de Trabajo del Comité.

Emite un dictamen **FAVORABLE** para la realización del estudio **por el/la investigador/a del centro:**

Centros	Investigadores Principales
Universidade de Santiago de Compostela	Arturo X. Pereiro Rozas

En Santiago de Compostela, a 22 de febrero de 2018.

La Secretaria del Comité Territorial de Ética de la Investigación de Santiago Lugo,



Cristina Márquez Riveras



Documento firmado digitalmente por:
Márquez Riveras, Cristina: 02/03/2018 15:51
M4G4-BOAG-OFJ1-MR15-2000-2317-487

Apéndice III: Autorización de la Revista para la Reproducción de la Publicación



[Sign in/Register](#)  



Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

A narrative video game for adults with subjective and objective cognitive impairment. Design and preliminary results on user-interaction and efficacy

Author: Ana Nieto-Vieites, Sabela C. Mallo, Lucía Pérez-Blanco, et al

Publication: Behaviour & Information Technology

Publisher: Taylor & Francis

Date: May 31, 2023

Rights managed by Taylor & Francis

Quick Price Estimate

Taylor & Francis will be pleased to grant permission at no cost for use of content in a Master's Thesis and/or Doctoral Dissertation, subject to the following limitations.

You may use a single excerpt, up to 400 words and up to 3 figures/tables, on the condition that your acknowledgement must be included showing article title, author, full Journal title, and © copyright # [year], reprinted by permission of Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group, <https://www.tandfonline.com>

If you use more than those limits, or intend to distribute or sell your Master's Thesis/Doctoral Dissertation to the general public through print or website publication, further permission will be required.

I would like to... 

reuse in a dissertation/thesis 

© 2025 Copyright - All Rights Reserved | [Copyright Clearance Center, Inc.](#) | [Privacy statement](#) | [Data Security and Privacy](#)

[For California Residents](#) | [Terms and Conditions](#)Comments? We would like to hear from you. E-mail us at customer@copyright.com

Apéndice IV: Cuestionario sobre el Perfil Sociodemográfico, los Hábitos y el Uso Tecnológico

Sexo: ☐ Hombre ☐ Mujer Fecha de nacimiento: ____/____/____

Lenguas que domina: Castellano__ Gallego__ Otras ¿cuáles?:_____

Nivel de estudios: ☐ Básicos ☐ Primarios ☐ Secundarios ☐ Universidad

Años de educación formal total: _____

Actualmente, realiza algún curso o actividad formativa: Sí__ No__

En caso afirmativo, ¿cuantos meses lleva realizándolo?: _____

Actualmente ¿participa en actividades artísticas, como cine, teatro, conciertos, musicales, exposiciones, etc.? Nada__ Poco__ Algo__ Mucho__

¿Participa en salidas, excursiones, reuniones, conferencias, jornadas, etc.? Nada__ Poco__ Algo__ Mucho__

¿Participa en talleres de memoria? Nada__ Poco__ Algo__ Mucho__

Profesión (jubilado/a, parado/a, en activo): _____

Si está jubilado/a o parado/a, indique en qué profesión/es ha desarrollado su vida laboral:

Estado civil: Soltero/a__ Casado/a__ Viudo/a__ Otros_____

Vive: Solo/a__ Cónyuge__ Hijos/as__ Otros/as__ ¿quiénes?: _____

¿Tiene alguna enfermedad que interfiera con sus actividades de la vida diaria? En caso afirmativo, indique cuál/es: _____

Antecedentes de problemas de memoria en la familia: Sí__ No__

¿Tiene problemas de vista (no corregidos)? Sí__ No__

¿Tiene problemas de oído (no corregidos)? Sí__ No__

¿Tiene problemas de movilidad en las manos (no corregidos)? Sí__ No__

Uso y frecuencia de uso de dispositivos electrónicos y juegos digitales:

En mi vida diaria, utilizo dispositivos electrónicos (e.g., móvil inteligente, ordenador, tableta):

☐ Muy frecuentemente.

☐ Frecuentemente.

☐ Esporádicamente.

☐ Rara vez.

☐ Nunca.

Especifique qué dispositivos electrónicos utiliza habitualmente: _____

Especifique para qué utiliza habitualmente los dispositivos electrónicos: _____

Utilizo juegos digitales o videojuegos:

- ☐ Diariamente, varias veces al día.
- ☐ Diariamente, una vez al día.
- ☐ Una o dos veces a la semana.
- ☐ Una o dos veces al mes.
- ☐ Rara vez.
- ☐ Nunca.

Utilizo juegos digitales (o podría llegar a usarlos) a través de:

- ☐ Un teléfono inteligente.
- ☐ Una tableta.
- ☐ Un ordenador portátil.
- ☐ Una consola portátil (e.g., Nintendo Switch).
- ☐ Un ordenador de sobremesa.
- ☐ En mi televisión, a través de conexión a internet (e.g., por SmartTV).
- ☐ En mi televisión, a través de una consola (e.g., Playstation, Xbox).

Utilizo juegos digitales (o podría llegar a usarlos) para:

- ☐ Entretenirme.
- ☐ Relacionarme con los/as demás.
- ☐ Estimular mi memoria y otras funciones cognitivas.

Las personas mayores son tan capaces como las personas jóvenes de usar las tecnologías digitales:

- ☐ Completamente de acuerdo.
- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

A las personas mayores también les pueden gustar las nuevas tecnologías:

- ☐ Completamente de acuerdo.
- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

Muchas personas mayores usarían las nuevas tecnologías si tuviesen la oportunidad de aprender a usarlas y conocer sus utilidades:

- ☐ Completamente de acuerdo.
- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

Las tecnologías digitales ayudan a las personas mayores en su día a día:

- ☐ Completamente de acuerdo.
- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

Cuando tengo un problema usando un dispositivo electrónico, normalmente:

- ☐ Intento solucionarlo por mí mismo/a.
- ☐ Busco ayuda de familiares o amigos/as para que me lo resuelvan.
- ☐ Confío en que el problema se solucione más tarde con el uso, así que sigo usando el dispositivo.
- ☐ Dejo de usar el dispositivo para no saber lo que se ha estropeado.

Cuestionario sobre preferencias estéticas (fondos, avatares, agrado de aspectos visuales y argumentales presentados):

De los fondos presentados, indique la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª elección según su preferencia, donde 1ª es el fondo preferido y 4ª es el fondo que menos le gusta:

Fondo A: ☐ Fondo C: ☐

Fondo B: ☐ Fondo D: ☐

De los/as personajes presentados, indique la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª elección según su preferencia, donde 1ª es el/la avatar preferido/a y 4ª es el/la avatar que menos le gustaría usar:

Opción A: ☐ Opción C: ☐

Opción B: ☐ Opción D: ☐

Creo que la idea del juego que nos han presentado podría ser útil para trabajar mi memoria y otras habilidades mentales.

- ☐ Completamente de acuerdo.
- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

De acuerdo con la idea presentada, creo que el juego va a ser fácil de usar.

- ☐ Completamente de acuerdo.
- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

La forma de controlar el juego, haciendo clic con el dedo en una pantalla táctil, me parece clara y sencilla.

- ☐ Completamente de acuerdo.

- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

¿En qué condiciones me gustaría más usar un juego como el presentado?

- ☐ Por mí mismo/a, sin ayudas, porque no las considero necesarias.
- ☐ Con un sistema de ayuda que me guíe.
- ☐ Si alguien que conoce el juego me ayuda.
- ☐ Si es como los programas que ya he usado antes.
- ☐ No me gustaría usar un juego como el presentado.

Utilizando programas como el presentado, creo que podría ponerme nervioso/a e inquieto/a.

- ☐ Completamente de acuerdo.
- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

Utilizando programas como el presentado, creo que podría disfrutar y pasármelo bien.

- ☐ Completamente de acuerdo.
- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ Algo de acuerdo.
- ☐ Parcialmente en desacuerdo.
- ☐ Completamente en desacuerdo.

Apéndice V: Muestra de Transcripción y Codificación de Aportaciones del Grupo Focal

Tema: ¿Han jugado alguna vez a un juego digital en un dispositivo electrónico (un teléfono, un ordenador o una tableta)? ¿Qué tipo de juego era? ¿Qué tenían que hacer en el juego?

Respuesta participante 1: “La Tableta no la tengo como juego, la tengo como información, para informarme de ciertos personajes. Busco a fulanito y me informo de cuántos años tiene, por ejemplo. Nunca me planteé usar la tableta ni el móvil para jugar” [Freq_jugar=0].

Respuesta participante 2: “¡De esos de matar no!” [Freq_jugar=0]. [Tipo_juego =3].

Respuesta participante 3: “Sí, en el teléfono no, que me ocupan mucho” [Freq_jugar =1].

Respuesta participante 4: “Al Candy Crush. Jugaba poco porque perdía vidas y necesitaba pedírselas a otra gente que también jugaba. Y también al Farm Heroes, y otro de cubos que había que ir clasificando por colores e iban desapareciendo”. [Freq_jugar=2]. [Tipo_juego =2].

Respuesta participante 5: “Jugué a sudokus, sopas de letras, crucigramas, 3 en raya, Tetris”. [Freq_jugar=2]. [Tipo_juego =1].

Tema: Los/as que no hayan jugado nunca, ¿Por qué no lo han hecho? ¿No han tenido la oportunidad? ¿No les interesa? ...

Respuesta participante 1: “Yo rechazo bastante las máquinas, pero veía como mis nietos jugaban. Dirigía mientras ellos jugaban, pero no jugaba”. [Freq_jugar=0]. [Razón_no_jugar=1].

Tema: ¿Les parece atractiva la idea de elaborar un videojuego que resulte divertido, y a la vez se puedan trabajar las capacidades cognitivas? ¿Creen que sería buena idea?

Respuesta participante 1: “¡Sí! Sería buena idea claro, si es divertido y además sirve para trabajar la memoria, estupendo”. [Razón_jugar =1]. [Razón_jugar =2].

Tema: ¿Qué razones o estímulos serían poderosos para animarlos/as a jugar?”

Respuesta participante 1: “Que sirva para trabajar la memoria, que sea divertido”. [Razón_jugar =1]. [Razón_jugar =2].

Respuesta participante 2: “Que sea bonito visualmente, que no sea muy difícil. Tenemos que empezar en el nivel más bajo. Si empieza a ser complejo desanima. Pensad que no somos como vosotros/as, hacemos lo que podemos, pero somos analfabetas” (ríe). [Características =1]. [Características =2].

Respuesta participante 3: “¿Está pensando para que dure mucho? Si es muy largo...mantener la atención tanto tiempo es difícil”. [Características =3].

Respuesta participante 4: “Que sea intrigante, que te agarre”. [Características =4].

Respuesta participante 5: “Si es muy difícil nos desmotiva. Una vez esté el juego, nos tendréis que enseñar cómo hay que jugar”. [Características =2].

Tema: ¿Qué les parecería la idea de jugar online, con otras personas al mismo tiempo, aunque no estén físicamente con nosotros/as?

Respuesta participante 1: “Buena idea, pero ahí hay que manejar más cosas que no sabemos, es más difícil”. [Grupo =1].

Respuesta participante 2: “No estaría mal, y con el tiempo que hace en Santiago... sin salir de casa, ¡mejor!”. [Online =1].

Una vez mostrado el argumento del videojuego:

Tema: ¿Les gusta la idea? ¿Les resulta interesante? ¿Jugarían a este juego?

Respuesta participante 1: “La historia parece bastante real en esta Galicia emigrante”. [Características =4].

Respuesta participante 2: “De España, Galicia fue la que más emigró. El padre de mi suegro se marchó a Argentina cuando mi suegro tenía 7 meses, ¡y se acordó de que tenía un hijo cuando mi suegro tenía 48 años!” [Características =4].

Respuesta participante 3: “Parece un argumento interesante! Pero no es nada novedoso, porque era habitual cuando éramos pequeños. [Características =4].

Respuesta participante 4: “Pero que sea familiar y conocido anima a jugar. Aún no hace mucho que vino un matrimonio de Argentina, y vinieron a descubrir cosas sobre su padre, no hace mucho que salió en la prensa”. [Características =4].

Respuesta participante 5: “¿Podéis hacer un análisis de sangre, del ADN! Para descubrir si realmente es su medio hermano”.

Respuesta participante 6: “¡Si! Es un problema actual”. [Características =4].

Respuesta participante 7: “Si, ¡nos da ganas de seguir a ver qué pasa!”. [Características =4].

Tema: ¿Les gustaría jugar solos/as o mejor acompañados/as?

Respuesta participante 1: “Mejor en grupo, como estamos ahora. Es participativo, de la otra manera no, es más aburrido”. [Grupo =1].

Respuesta participante 2: “Claro. Así compartimos opiniones y nos ayudamos”. [Grupo =1].

Tema: ¿Les gustaría jugar con poca ayuda o con toda la ayuda que sea posible?

Respuesta participante 1: “Depende, si necesitamos ayuda ya la pediremos. Las pistas, ¿van a ser verdaderas o falsas?”

Respuesta participante 2: “Según la dificultad que tenga. Igual tenemos una persona en casa a la que poder pedir ayuda. Para mí no sería problema pedir ayuda”.

Tema: ¿Les gustaría que el juego les fuese informando del avance, de cómo va siendo su rendimiento?

Respuesta participante 1: “¡Hombre claro! Creo que anima a seguir”. [Retroalimentación=1].

Codificación:

- Uso de TIC para jugar: Inespecífica: [Freq_jugar =0]; Frecuentemente: [Freq_jugar=1]; Muy Frecuentemente: [Freq_jugar=2].
- Tipo de juego utilizado: Clásicos (sudokus, sopas de letras, Tetris): [Tipo_juego =1]; Modernos (puzles, rompecabezas: e.g., *Candy Crush*): [Tipo_juego =2]; Sin contenido violento: [Tipo_juego =3].
- Razón para jugar: Diversión: [Razón_jugar =1]; Entrenamiento de la memoria: [Razón_jugar =2].
- Razón para no jugar: Escasa familiaridad con dispositivos electrónicos: [Razón_no_jugar =1].
- Características del juego: Visualmente atractivo: [Características =1]; Fácil: [Características =2]; No excesivamente largo (pérdida de atención): [Características =3]; Intrigante, realista, interesante: [Características =4].
- Juego en grupo: Si: [Grupo =1].
- Juego online: Si: [Online =1].
- Retroalimentación avances: Si: [Retroalimentación=1].

Apéndice VI: Cuestionario sobre Actitudes y Experiencia Tecnológica (Familiaridad, Uso y Aceptación)

Sexo: ☐ Hombre ☐ Mujer Fecha de nacimiento: ____/____/____

Nivel de estudios: ☐ Básicos ☐ Primarios ☐ Secundarios ☐ Universitarios

Años de educación formal total: _____

Profesión (jubilado/a, parado/a o en activo): _____

¿Participa en talleres de memoria?

- ☐ Muy frecuentemente.
- ☐ Con frecuencia.
- ☐ Esporádicamente.
- ☐ Rara vez.
- ☐ Nunca.

¿En su vida diaria, utiliza dispositivos electrónicos (e.g., móvil inteligente, ordenador, tableta)?

- ☐ Muy frecuentemente.
- ☐ Con frecuencia.
- ☐ Esporádicamente.
- ☐ Rara vez.
- ☐ Nunca.

Especifique qué dispositivos electrónicos utiliza habitualmente: _____

Especifique para qué utiliza habitualmente estos dispositivos electrónicos: _____

¿Cree que las tecnologías pueden ayudar a las personas mayores a mejorar su memoria y funcionamiento cognitivo?

- ☐ Mucho.
- ☐ Bastante.
- ☐ Moderadamente.
- ☐ Poco.
- ☐ Nada.

¿Utiliza juegos digitales o videojuegos?:

- ☐ Diariamente.
- ☐ Una o dos veces a la semana.
- ☐ Una o dos veces al mes.
- ☐ Alguna vez al año, esporádicamente.
- ☐ Nunca.

Utiliza juegos digitales (o podría llegar a usarlos,) a través de:

- ☐ Un teléfono inteligente.
- ☐ Una tableta.
- ☐ Un ordenador portátil.
- ☐ Una consola portátil (e.g., Nintendo Switch).
- ☐ Un ordenador de sobremesa.

- ☐ En mi televisor, a través de conexión a internet (e.g., por SmartTV).
- ☐ En mi televisor, a través de una consola (e.g., Playstation, Xbox).
- ☐ No he utilizado nunca juegos digitales.

Utiliza juegos digitales (o podría llegar a usarlos) para:

- ☐ Entretenerse.
- ☐ Relacionarse con los/as demás.
- ☐ Estimular su memoria y otras funciones cognitivas.

Apéndice VII: Cuestionario de Interacción de Usuario/a con el Videojuego

¿Le parece que la tableta es un dispositivo adecuado para jugar a este tipo de juegos?

- ☐ Muy adecuado.
- ☐ Bastante adecuado.
- ☐ Moderadamente adecuado.
- ☐ Poco adecuado.
- ☐ Nada adecuado.

¿Le ha resultado fácil la creación del/a usuario/a?

- ☐ Muy fácil.
- ☐ Bastante fácil.
- ☐ Ni fácil ni difícil.
- ☐ Difícil.
- ☐ Muy difícil.

¿Le ha resultado fácil acceder al juego mediante usuario/a y contraseña?

- ☐ Muy fácil.
- ☐ Bastante fácil.
- ☐ Ni fácil ni difícil.
- ☐ Difícil.
- ☐ Muy difícil.

¿Le ha parecido un juego fácil de usar?

- ☐ Muy fácil.
- ☐ Bastante fácil.
- ☐ Ni fácil ni difícil.
- ☐ Difícil.
- ☐ Muy difícil.

¿La forma de controlar el juego (haciendo clic con el dedo en una pantalla táctil), le ha parecido fácil?

- ☐ Muy fácil.
- ☐ Bastante fácil.
- ☐ Ni fácil ni difícil.
- ☐ Difícil.
- ☐ Muy difícil.

¿Las instrucciones le han parecido claras y sencillas?

- ☐ Muy claras y sencillas.
- ☐ Bastante claras y sencillas.
- ☐ Moderadamente claras y sencillas.
- ☐ Poco claras y sencillas.
- ☐ Nada claras y sencillas.

¿Le ha resultado fácil distinguir los objetos e interactuar con ellos?

- ☐ Muy fácil.
- ☐ Bastante fácil.
- ☐ Ni fácil ni difícil.
- ☐ Difícil.

☐ Muy difícil.

¿La música utilizada le ha resultado atrayente y estimulante?

☐ Muy atrayente y estimulante.

☐ Bastante atrayente y estimulante.

☐ Moderadamente atrayente y estimulante.

☐ Poco atrayente y estimulante.

☐ Nada atrayente y estimulante.

¿El diseño del personaje le ha resultado atractivo y da ganas de jugar con él?

☐ Mucho.

☐ Bastante.

☐ Moderadamente.

☐ Poco.

☐ Nada.

¿En qué condiciones le gustaría más usar un juego como el presentado?

☐ Por mí mismo/a, sin ayudas, porque no las considero necesarias.

☐ Con un sistema de ayuda que me guíe.

☐ Si alguien que conoce el juego me ayuda.

☐ Si es como los programas que ya he usado antes.

☐ No me gustaría usar un juego como el presentado.

¿Le gustaría usar un programa como este en el futuro?

☐ Mucho.

☐ Bastante.

☐ Moderadamente.

☐ Poco.

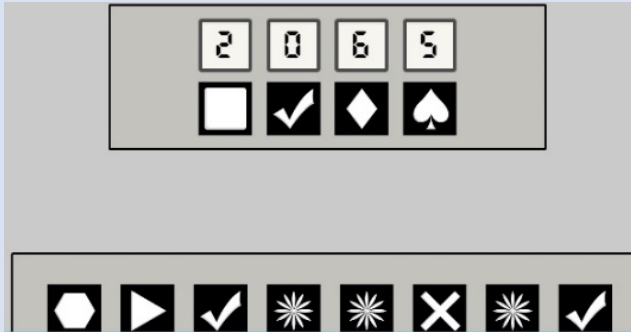
☐ Nada.

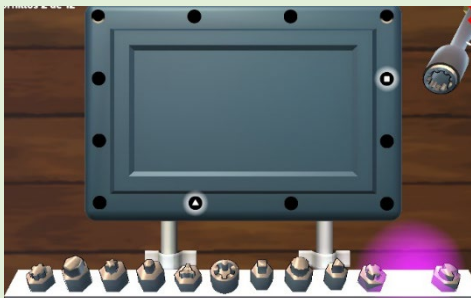
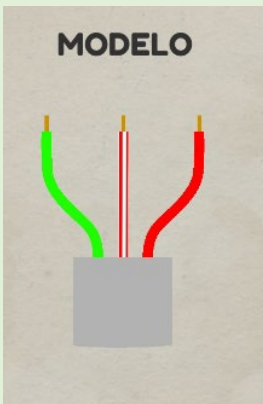
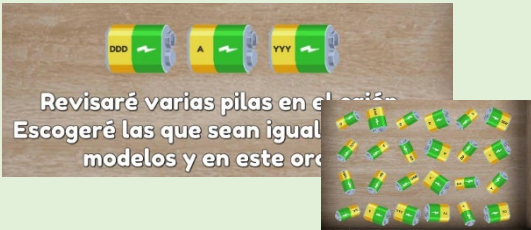
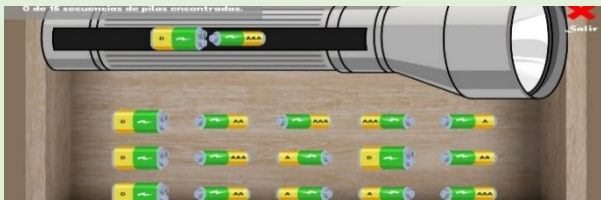
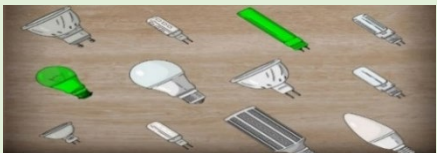
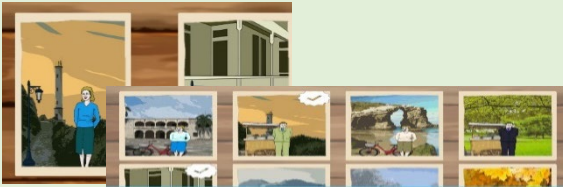
Apéndice VIII: Valoración de las Emociones Experimentadas Durante el Juego

Por favor, señale con una cruz el grado en que cada afirmación refleja cómo se ha sentido durante el juego:

		En absoluto	Ligeramente	Moderadamente	Bastante	Extremadamente
1	Me sentí satisfecho/a.					
2	Me sentí hábil.					
3	Estuve interesado/a en la historia del juego.					
4	Pienso que fue divertido.					
5	Estuve totalmente metido/a en el juego.					
6	Me sentí feliz.					
7	Me sentí malhumorado/a.					
8	Pensé acerca de otras cosas.					
9	Me sentí cansado/a.					
10	Me sentí competente.					
11	Pienso que fue difícil.					
12	Es estéticamente agradable.					
13	Olvidé todo lo que me rodea.					
14	Me sentí bien.					
15	Fui bueno/a con el juego.					
16	Me sentí aburrido/a.					
17	Me sentí exitoso/a.					
18	Me sentí imaginativo/a.					
19	Sentí que podía explorar cosas.					
20	Lo disfruté.					
21	Fui rápido/a en llegar a los objetivos del juego.					
22	Me sentí molesto/a.					
23	Me sentí presionado/a.					
24	Me sentí irritado/a.					
25	Perdí la noción del tiempo.					
26	Me sentí desafiado/a.					
27	Me pareció impresionante.					
28	Estuve profundamente concentrado/a en el juego.					
29	Me sentí frustrado/a.					
30	Lo sentí como una experiencia enriquecedora.					
31	Perdí la conexión con el mundo exterior.					
32	Me sentí presionado/a por el tiempo.					
33	Tuve que poner mucho esfuerzo en él.					

Apéndice IX: Escenarios y Actividades del Videojuego *Tras la huella del tiempo*

ESCENARIO 1: VESTÍBULO (CASA DEL AVATAR). TOTAL: 4 ACTIVIDADES.			
Actividad: Marcación de números de teléfono. Descripción: Recuperar un número de teléfono memorizado previamente. Función entrenada: Memoria episódica. Ensayos: 1	Actividad: Conseguir bolígrafos. Descripción: Recordar qué bolígrafos tienen tinta y seleccionarlos entre otros que aparecen en la pantalla. Se penalizan las selecciones de bolígrafos que no tienen tinta o que ya han sido seleccionados. Función entrenada: Memoria episódica. Ensayos: 1 en nivel fácil; 2 en niveles de dificultad media y alta. 	Actividad: Arreglar las teclas del teléfono. Descripción: Tarea clásica de asociación dígito-símbolo, en la que el/la jugador/a debe recordar el número de tecla asociado a cada símbolo para ubicar cada tecla en su lugar. Función entrenada: Memoria episódica y velocidad de procesamiento. Ensayos: 1 	Actividad: Recuerdo de localización de objetos. Descripción: Recordar información previa sobre la localización de objetos que se necesitan para realizar las tareas. Función entrenada: Memoria prospectiva. Ensayos: 5

ESCENARIO 2: ÁTICO O DESVÁN (CASA DEL AVATAR). TOTAL: 9 ACTIVIDADES.		
Actividad: Destornillador (para abrir un cuadro eléctrico). Descripción: Recordar la forma de los distintos tornillos y dónde están colocados. Función entrenada: Memoria episódica y habilidades visoespaciales. Ensayos: 12 	Actividad: Arreglar el cableado. Descripción: Recordar cómo se emparejaron los cables en un manual y realizar correctamente el emparejamiento en el cuadro eléctrico. Función entrenada: Memoria episódica. Ensayos: 15 	Actividad: Buscar pilas. Descripción: Recordar el aspecto de varias pilas y luego seleccionarlás de un gran conjunto de pilas similares. Función entrenada: Memoria episódica. Ensayos: 15 
Actividad: Linterna. Descripción: Recordar el aspecto de las distintas pilas y el orden correcto en que aparecen. Función entrenada: Memoria episódica, control de interferencias. Ensayos: 15 	Actividad: Buscar bombillas. Descripción: Recordar el aspecto de diferentes bombillas y seleccionarlás de un gran conjunto de bombillas similares. Función entrenada: Memoria episódica, atención selectiva. Ensayos: 15 	Actividad: Buscar fotos. Descripción: Recordar el fondo de una serie de fotos mostradas y seleccionar en una pantalla posterior las tomadas en el mismo lugar. Función entrenada: Memoria de contexto. Ensayos: 15 

ESCENARIO 2: ÁTICO O DESVÁN (CASA DEL AVATAR). *(continuación)*

Actividad: Código.

Descripción: Recordar un código de 3 o 4 cifras para abrir una caja fuerte.

Función entrenada: Memoria episódica.

Ensayos: 1

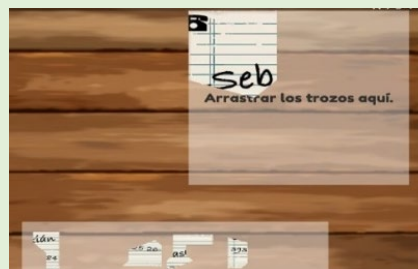


Actividad: Recortes de agenda.

Descripción: Armar (como un rompecabezas) los recortes de una agenda telefónica.

Función entrenada: Flexibilidad, planificación, rotación mental.

Ensayos: 1

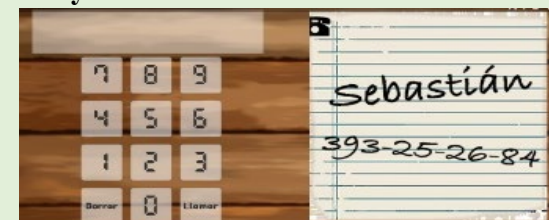


Actividad: Aprender un número de teléfono.

Descripción: Recordar un número de teléfono importante. La recuperación debe hacerse después de mover el avatar al teléfono.

Función entrenada: Memoria episódica (demorada).

Ensayos: 1



ESCENARIO 3: CALLE. TOTAL: 6 ACTIVIDADES.

Actividad: Localización de supermercado.

Descripción: Recordar instrucciones previas para encontrar un supermercado.

Función entrenada: Memoria episódica (demorada).

Ensayos: 1



Actividad: Supermercado (recordar artículos).

Descripción: Recordar la lista de la compra.

Función entrenada: Memoria episódica.

Ensayos: 3



Actividad: Supermercado (pago de la compra).

Descripción: Recordar el coste de las listas de la compra realizando el pago utilizando billetes y monedas de euro.

Función entrenada: Cálculo, planificación.

Ensayos: 4



Actividad: Juego de truco.

Descripción: Recordar el número de bolas encontradas secuencialmente tras levantar los vasos.

Función entrenada: Memoria de trabajo.

Ensayos: 8 en nivel fácil; 10 en nivel medio; 12 en nivel difícil.



Actividad: Inmobiliaria.

Descripción: Recordar información sobre un piso en alquiler y retener la información hasta que se solicite en el siguiente escenario.

Función entrenada: Memoria episódica (demorada).

Ensayos: 1



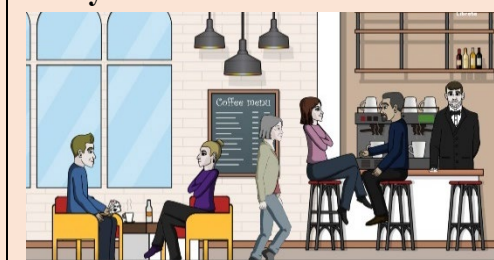
Actividad: Parada de autobús (seleccionar la ruta correcta).

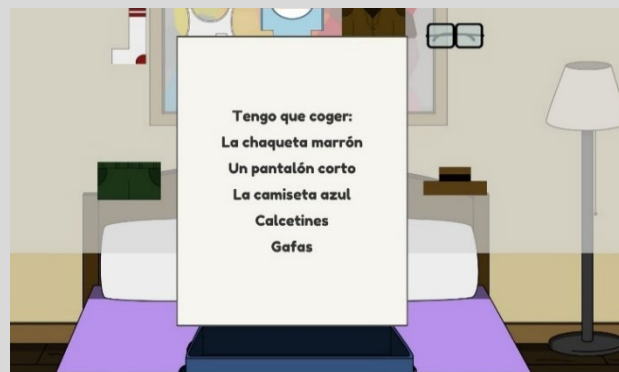
Descripción: Seleccionar y marcar en un mapa la ruta más corta para llegar al lugar indicado. La instrucción puede incluir instrucciones obligatorias sobre el paso por algunos lugares.

Función entrenada: Planificación.

Ensayos: 1



ESCENARIO 4: CAFETERÍA. TOTAL: 6 ACTIVIDADES.**Actividad:** Localización de la cafetería.**Descripción:** Recordar y seguir instrucciones previas sobre cómo encontrar el bar.**Función entrenada:** Memoria episódica.**Ensayos:** 1**Actividad:** Máquina de café.**Descripción:** Controlar el llenado de tazas de café de diferentes tamaños y con diferentes velocidades de llenado. Se penaliza si se desborda el producto o se retira la taza antes de tiempo.**Función entrenada:** Control atencional, atención dividida.**Ensayos:** 30**Actividad:** Reconocimiento de Sebastián.**Descripción:** Reconocer a un personaje menor a partir de una descripción de aspecto dada previamente.**Función entrenada:** Memoria episódica (demorada).**Ensayos:** 2**Actividad:** Juego de cartas.**Descripción:** Emparejar cartas ocultas del mismo palo tras verlas brevemente boca arriba.**Función entrenada:** Memoria episódica.**Ensayos:** 15**Actividad:** Pedidos.**Descripción:** Recordar los productos que dos personajes quieren tomar y seleccionarlos de un menú.**Función entrenada:** Memoria episódica.**Ensayos:** 1**Actividad:** Pagar.**Descripción:** Recordar el coste de las bebidas y los pasteles, realizando el pago utilizando billetes y monedas de euro.**Función entrenada:** Cálculo, planificación.**Ensayos:** 1

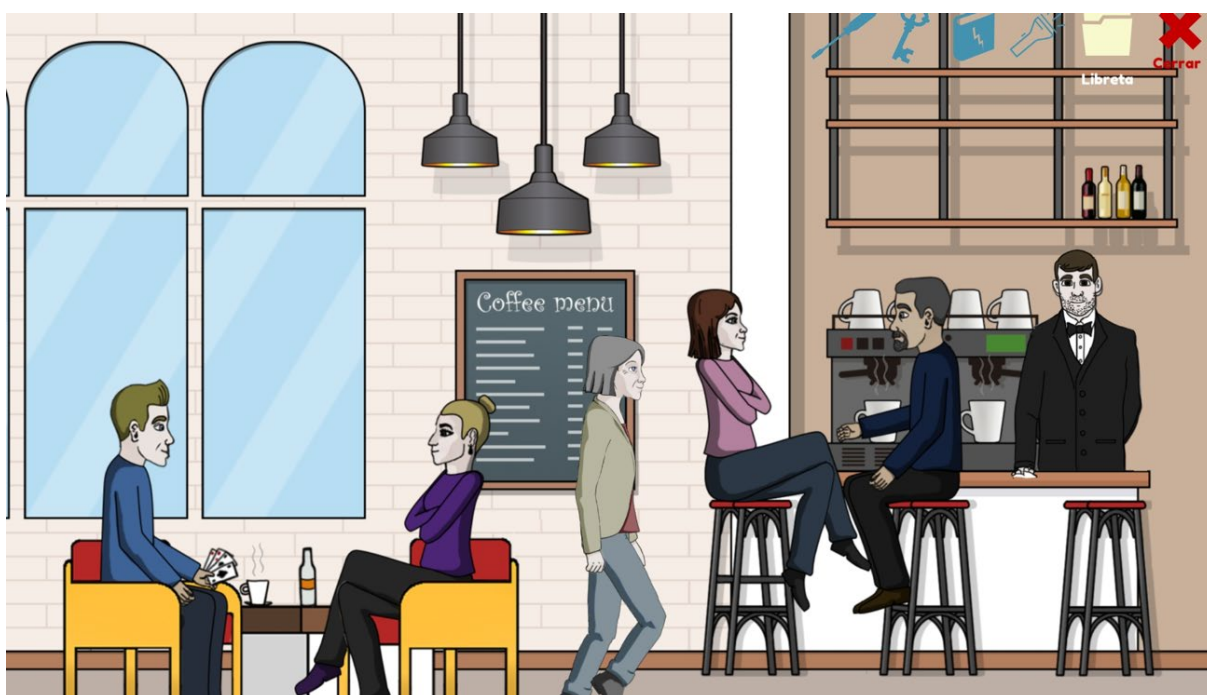
ESCENARIO 5: PREPARACIÓN DEL VIAJE Y AEROPUERTO. TOTAL: 5 ACTIVIDADES.**Actividad:** Comprar billetes de avión**Descripción:** Selecciona el mejor billete de avión según el precio.**Función entrenada:** Razonamiento, atención, memoria de trabajo.**Ensayos:** 1**Actividad:** Seleccionar la ropa.**Descripción:** Recordar una lista de artículos y seleccionar entre otros los correctos.**Función entrenada:** Memoria episódica.**Ensayos:** 1**Actividad:** Organizar la maleta.**Descripción:** Tarea tipo Tetris, donde el/la jugador/a debe ordenar varios elementos para que ocupen el menor espacio posible.**Función entrenada:** Flexibilidad, planificación, habilidades espaciales.**Ensayos:** 1**Actividad:** Líquidos.**Descripción:** Llenar botellas de diferentes capacidades estimando la cantidad necesaria y teniendo en cuenta el líquido que contienen. Cada adición añade 10 ml. Hay penalización por sobrepasar la capacidad.**Función entrenada:** Planificación.**Ensayos:** 6**Actividad:** Seleccionar ruta y puerta de embarque.**Descripción:** Recordar y seguir instrucciones previas sobre cómo encontrar la ruta a la puerta del aeropuerto.**Función entrenada:** Memoria episódica.**Ensayos:** 1

Apéndice X: Manual de Uso del Videojuego *Tras la huella del tiempo*



TRAS LA HUELLA DEL TIEMPO

**Videojuego para el entrenamiento de la memoria y las funciones ejecutivas de
personas mayores con DCS y DCL**



MANUAL DE USUARIO/A



CONTENIDOS

1. Descargar el fichero de instalación APK.
2. Instalación del fichero APK.
3. Alta de usuarios/as.
4. Continuidad de partidas.
5. Interacción.

1. Descargar el fichero de instalación APK.

Para acceder al archivo descargable del juego, será necesario desde cualquier ordenador con acceso a internet, visitar la web www.traslahuelladeltiempo.com y, en el menú principal hacer clic en “Iniciar” (parte superior derecha de la pantalla) (Figura 1).

Figura 1

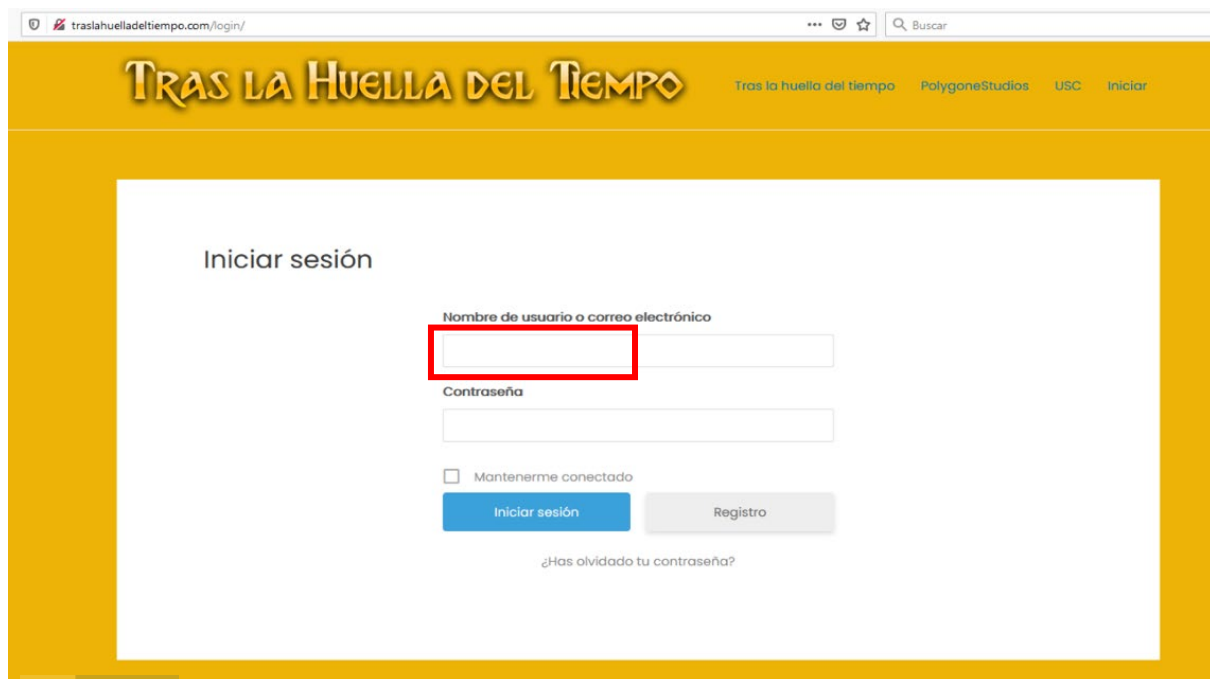
Captura de pantalla de la opción web de descarga el videojuego (primer paso)



Esto nos llevará a una segunda pantalla donde tendremos que indicar el usuario/a y la clave que nos habrán facilitado a través del email para poder descargar la aplicación (Figura 2). Al clicar en “Iniciar sesión”, si nuestro usuario/a y la clave son correctos, se descargará directamente el fichero APK.

Figura 2

Captura de pantalla del inicio de sesión del videojuego (segundo paso)



2. Instalación del fichero APK.

Una vez finalizada la descarga del fichero APK, tenemos dos posibles opciones de instalación. La primera, comprobar que está guardado en nuestro ordenador en la carpeta de “Descargas”, “Downloads” o “Almacenamiento” (en la carpeta archivos). A continuación, conectaremos nuestro ordenador a un dispositivo electrónico (Tableta) mediante un cable USB. Seguidamente debemos transferir el fichero APK descargado desde el ordenador hasta la Tableta.

La segunda opción consiste en emplear el navegador de la propia Tableta para acceder a la web especificada en el apartado 1 (www.traslahuelladeltiempo.com) y, posteriormente, descargar el fichero directamente sin recurrir a un ordenador (Figuras 3 y 4).

Figura 3

Captura de pantalla de Descarga directa del videojuego a la Tableta (I)

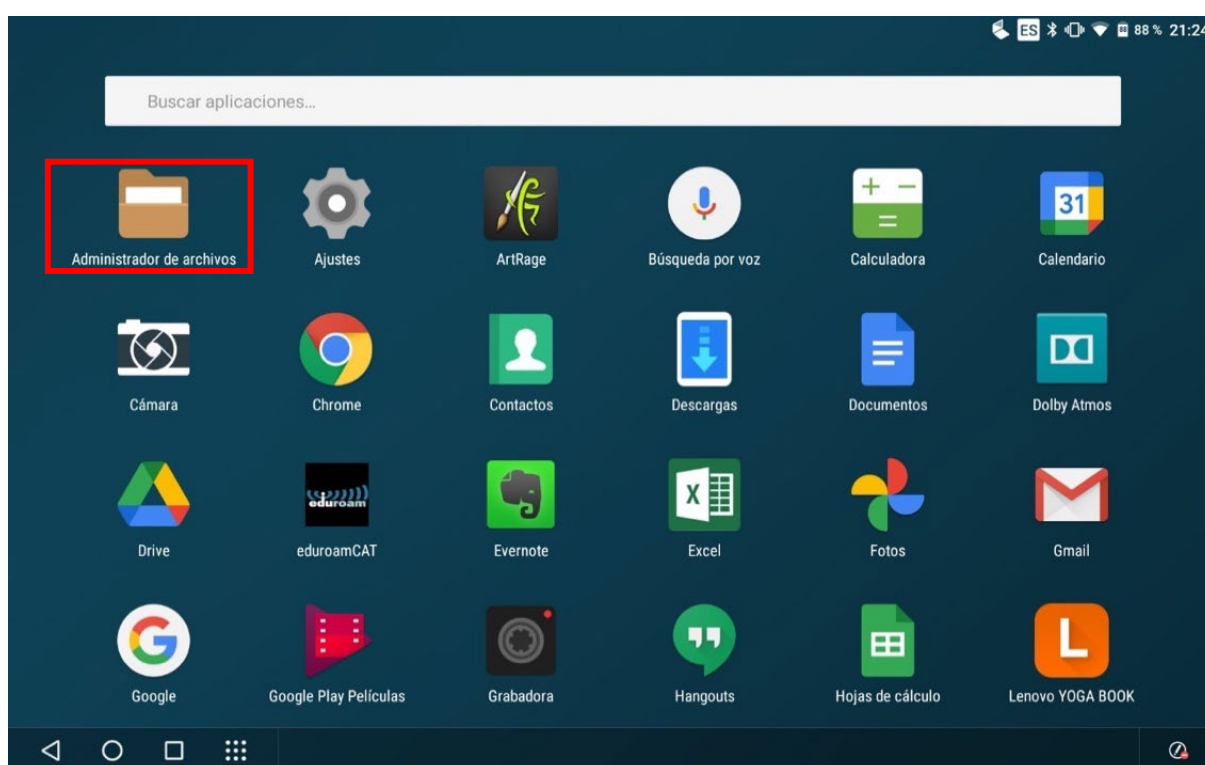
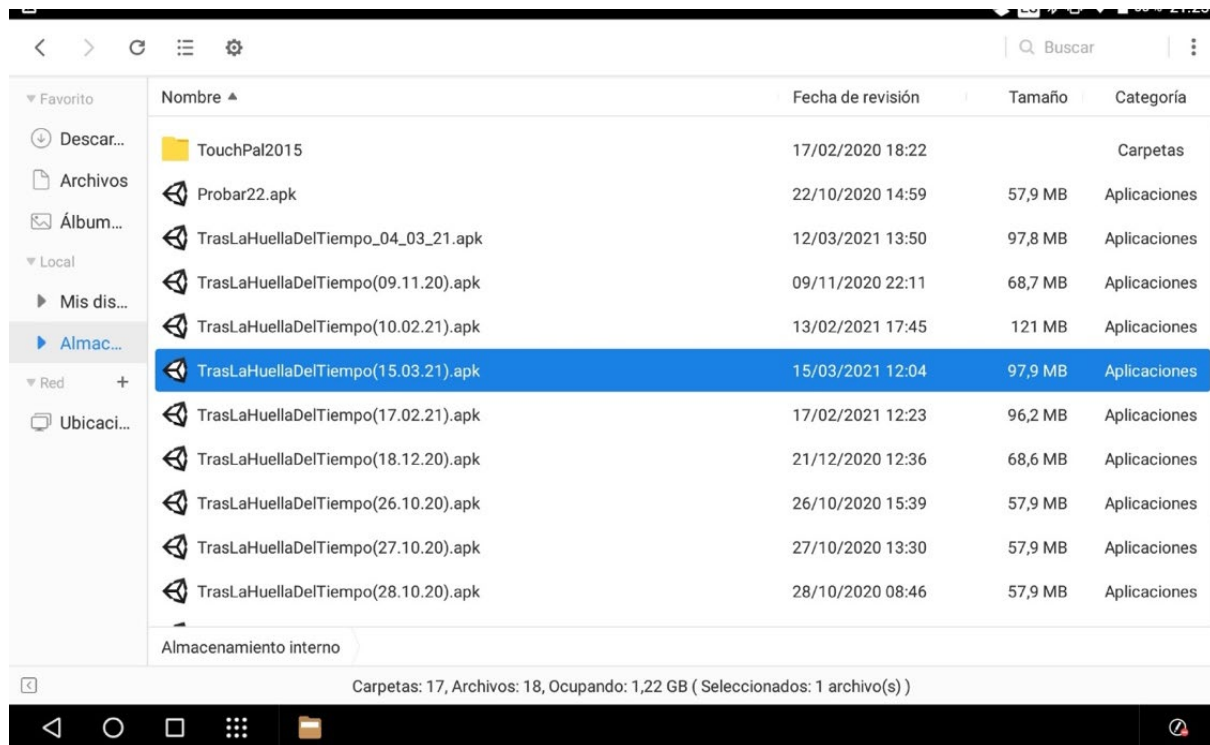


Figura 4

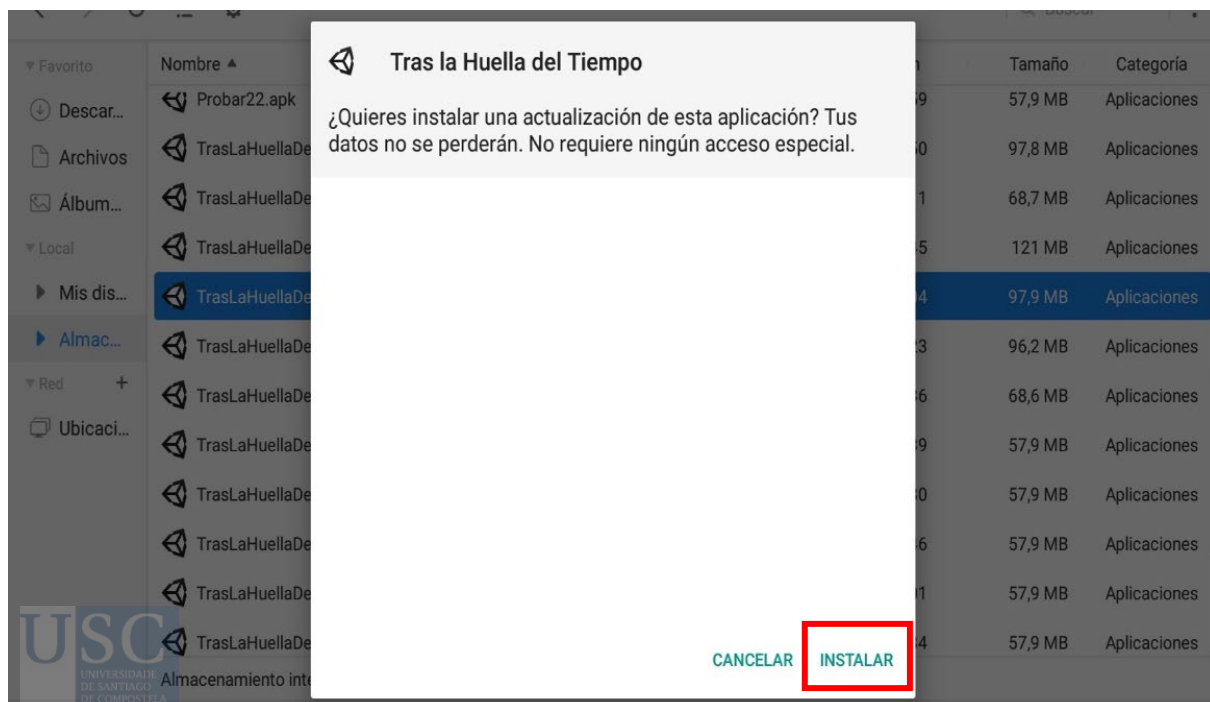
Captura de pantalla de la descarga directa del videojuego a la Tableta (II)



Si presionamos el fichero APK, aparece la opción “Instalar” (Figura 5).

Figura 5

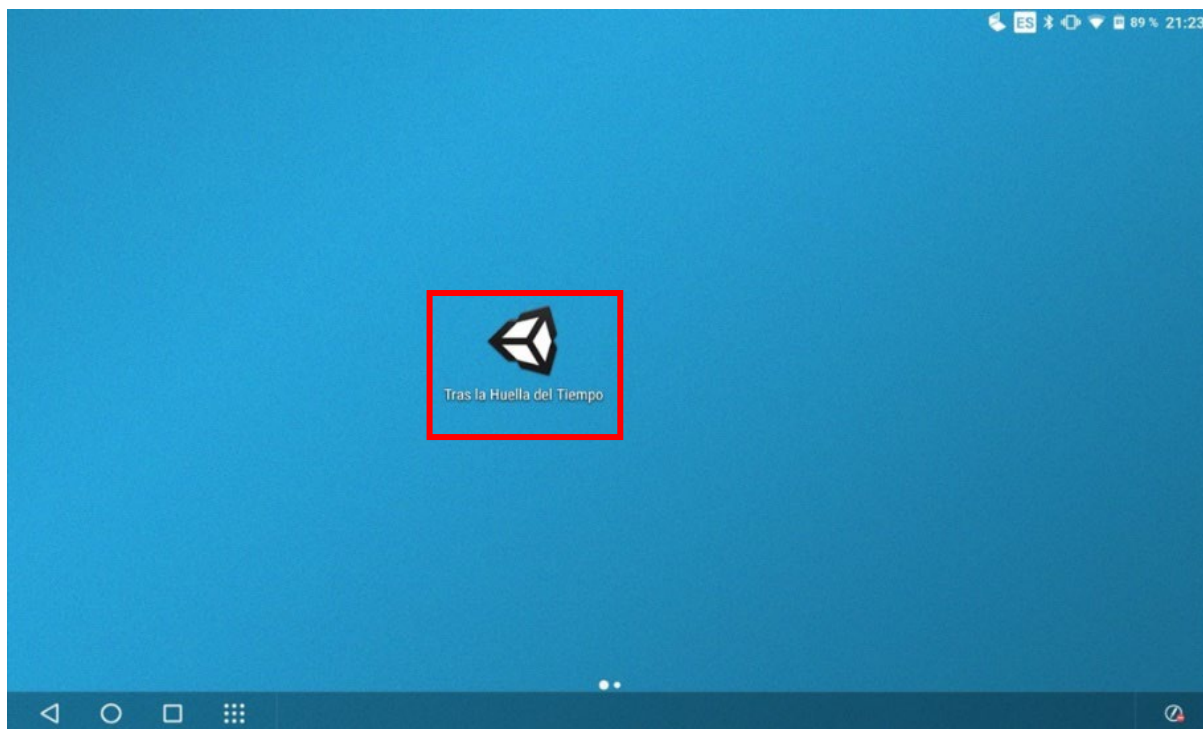
Captura de pantalla de la instalación del fichero del videojuego



Una vez concluido el proceso, aparecerá el icono del juego en la pantalla del menú de aplicaciones, que podemos trasladar al escritorio (Figura 6).

Figura 6

Captura de pantalla del icono del videojuego “Tras la Huella del Tiempo”



3. Alta de usuarios/as.

Una vez se inicie el juego, aparecerá el menú principal desde el que se puede acceder a diferentes opciones (Figura 7). Si es la primera vez que jugamos, tendremos que crear un usuario/a.

Figura 7

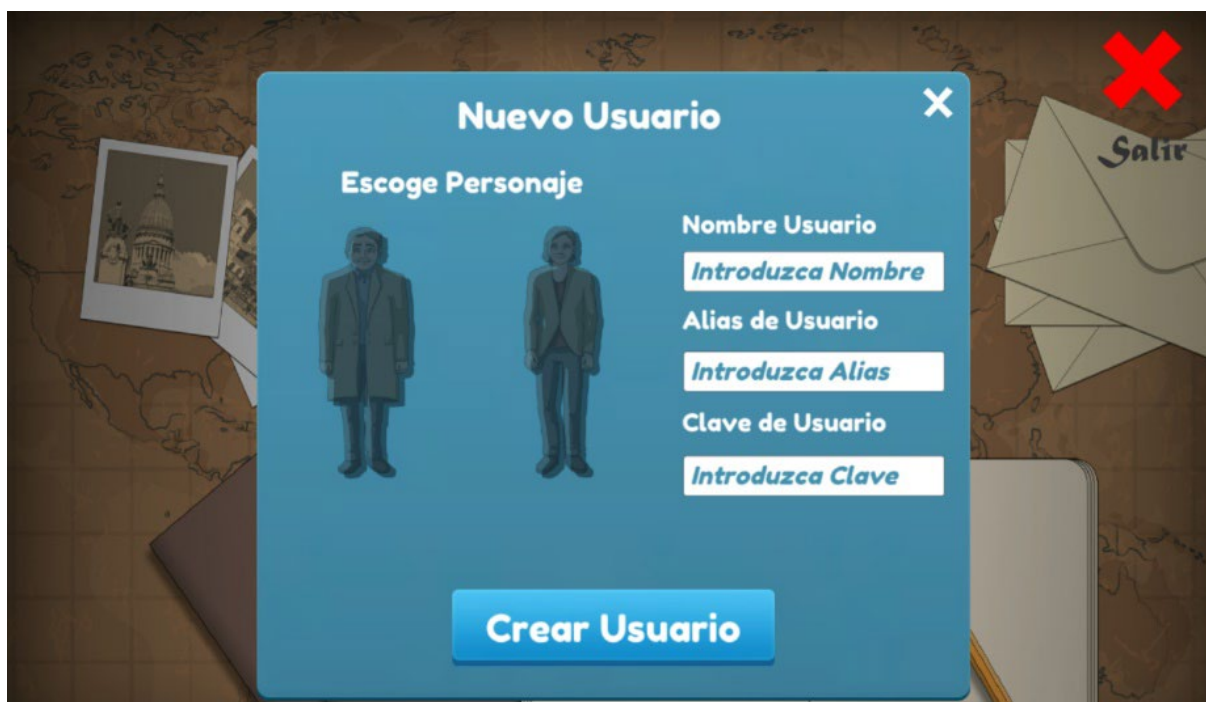
Captura de pantalla del menú principal del videojuego



Para crear el usuario/a, es necesario indicar nombre, alias, clave de acceso (contraseña) y escoger un avatar o personaje (femenino o masculino) (Figura 8). La creación de usuario/a solo se llevará a cabo la primera vez.

Figura 8

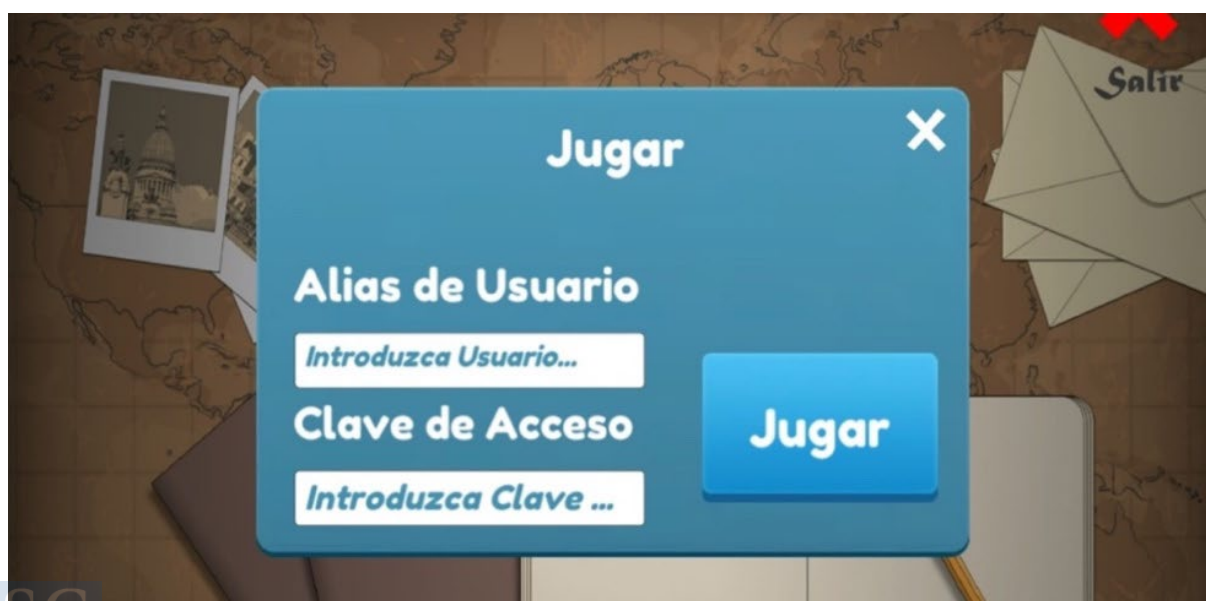
Captura de pantalla de la función de creación de usuario/a en el videojuego



Si no es la primera vez que accedemos, y ya tenemos un usuario/a creado, haremos “clic” en la opción “Jugar” del menú principal, que nos pedirá el alias y la contraseña. Se pulsará el botón “Jugar”, y dará inicio el juego (Figura 9).

Figura 9

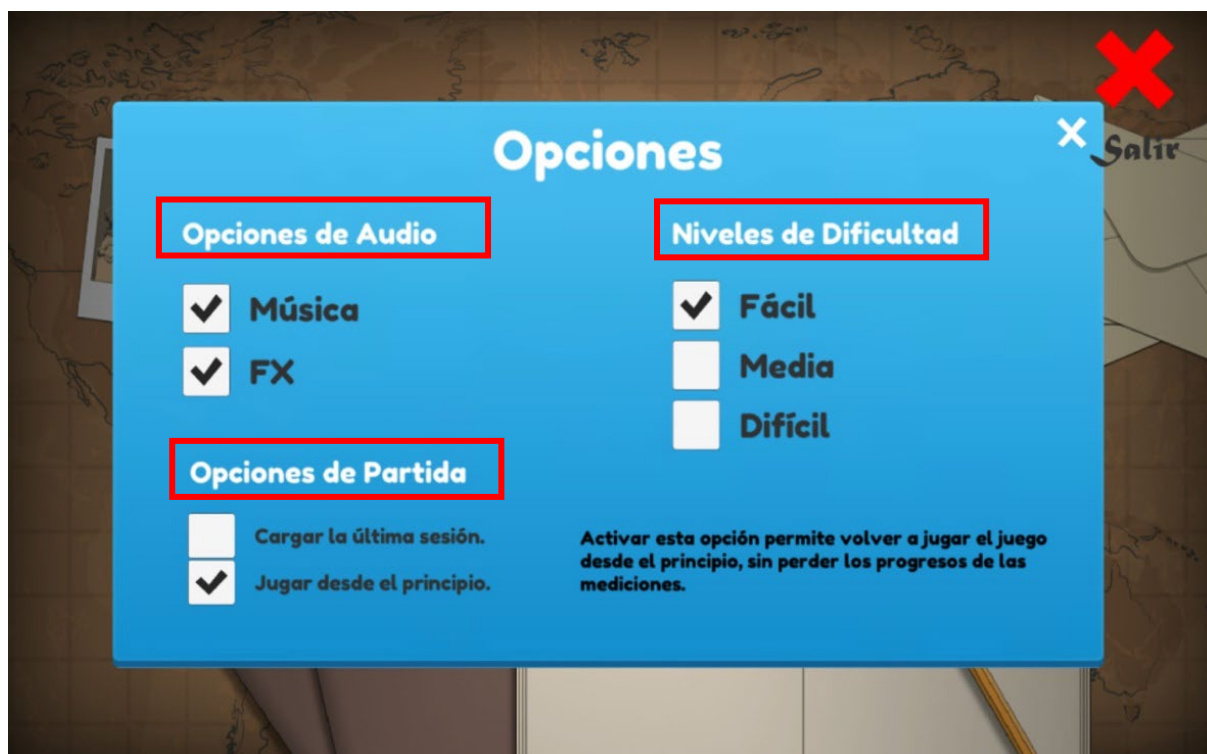
Captura de pantalla de la función de acceso al juego en el videojuego



En el menú principal aparece un icono con forma de cronómetro denominado “Opciones”, en el que se despliegan tres alternativas: a) opciones de audio: se podrá marcar o desmarcar la opción de escuchar música o el sonido de las teclas (i.e., FX en la Figura 10) durante el juego; b) niveles de dificultad: fácil, medio o difícil; y c) opciones de partida: se podrá iniciar el juego desde la última sesión guardada o desde el principio (Figura 10).

Figura 10

Captura de pantalla de las opciones de juego del videojuego



4. Continuidad de partidas.

El juego guarda en un servidor de internet los datos de cada persona jugadora, independientemente del dispositivo en el que se juegue.

Si el jugador/a cambia de dispositivo, podrá retomar su partida dónde la dejó, simplemente con indicar su alias y contraseña al iniciar el juego.

5. Interacción básica.

La interacción básica del juego se lleva a cabo tocando la pantalla, bien para indicar un lugar al que ir, o bien para interactuar con un elemento (e.g., teléfono, archivador, cómoda, mesa).

Los elementos sobre los que se puede realizar una acción vienen indicados con un recuadro de color. En concreto, el color verde señalará aquellos objetos con los que se debe interactuar en ese momento (Figura 11). Por su parte, el color azul señalará aquellos objetos con los que se interactúa a lo largo del juego (Figura 11).

Figura 11

Captura de pantalla de ejemplo de marcadores visuales de interacción (azul y verde) en el videojuego



Por otro lado, se debe tener en cuenta que en la parte superior aparecerá de manera permanente un “Menú superior”. En él se mostrarán los objetos que se hayan ido consiguiendo a lo largo del juego (e.g., destornillador, llaves, manual, linterna) (Figura 13). El último elemento del “Menú superior”, denominado “Libreta”, hace referencia a una agenda en la que se dispondrá de pistas que nos ayuden a completar las tareas.

Figura 13

Captura de pantalla del Menú superior del videojuego



El juego dispone de una sección de “Conversación” en la parte inferior de la pantalla que permite interactuar con los diferentes personajes y mantener conversaciones (Figura 14).

Figura 14

Captura de pantalla de la sección de “Conversación” del videojuego



Además, el juego dispone de una sección de “Acción” que permite tomar decisiones en determinados momentos del juego pulsando sobre la opción seleccionada, entre dos opciones posibles (Figura 15).

Figura 15

Captura de pantalla de la sección de “Acción” del videojuego



Apéndice XI: Medidas de Seguridad e Higiene (COVID-19)

Si alguien del centro presenta síntomas como fiebre, tos y dificultad respiratoria, debe llamar al 061 o al 900 400 116, seguir las instrucciones de las autoridades sanitarias y notificarlo a la USC a través del correo electrónico info.coronavirus@usc.gal. La COVID-19 es una enfermedad de declaración obligatoria a las autoridades sanitarias.

MEDIDAS DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LAS PERSONAS INVESTIGADORAS:

- Se procurará que en la sala haya en todo momento el número mínimo imprescindible de personas investigadoras. En cualquier caso, siempre que no sea estrictamente necesario hacer lo contrario, se mantendrá una distancia de seguridad de 2 metros entre personas.
- Las personas investigadoras llevarán mascarilla autofiltrante FFP2 UNE-EN149 y pantallas protectoras.
 - En caso de uso de mascarilla, deben seguirse las siguientes pautas:
 - Antes de ponérsela, lavarse las manos con agua y jabón o con desinfectante de base alcohólica.
 - Cubrir la boca y la nariz asegurándose de que no queden espacios entre la cara y la mascarilla.
 - Evitar tocar la mascarilla mientras se esté usando.
 - Quitársela por detrás usando las gomas, sin tocar la parte delantera (lavarse las manos previamente).
 - Después de desecharla en el contenedor habilitado para material desechable, lavarse las manos con agua y jabón o con desinfectante de base alcohólica.
 - Las pantallas protectoras serán de uso personal (se etiquetarán con el nombre de la persona que las utilice). Al finalizar su uso diario, se desinfectará la parte protectora transparente, tanto por dentro como por fuera, con Sanytol.
- Cada vez que las personas investigadoras toquen a una persona participante o su tableta, deberán usar gel desinfectante, excepto después de cada montaje de electrodos, cuando saldrán al baño para lavarse las manos con agua y jabón.
- Lo mismo se aplica al tocar otros objetos, como objetos personales (e.g., botellas de agua, bolígrafos). La desinfección de manos debe ser estricta y constante.
- También debe usarse desinfectante antes de utilizar cualquier material que luego pueda ser utilizado por otra persona y no pueda desinfectarse mediante lavado o alcohol (e.g., las hojas de participante, los cuestionarios de percepción de la estimulación eléctrica).
- Al toser o estornudar, se recomienda usar un pañuelo desechable y tirarlo después en una papelera, preferentemente con tapa accionada con pedal. Si no es posible usar un pañuelo, se debe utilizar la parte interna del codo. A continuación, es obligatorio lavarse o desinfectarse las manos.
- Estarán a disposición de las personas investigadoras 12 batas. Cada día que se utilice una bata (día 1), deberá ponerse en cuarentena durante 48 horas completas (días 2 y 3), y podrá reutilizarse al día siguiente (día 4). Si hay un fin de semana entre medias, se considerarán reutilizables todas las batas. Cada vez que se ponga una bata en cuarentena, se deben limpiar sus botones con alcohol, ya que en superficies plásticas el virus podría durar más tiempo que en el resto de la ropa.

MEDIDAS DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LAS PERSONAS PARTICIPANTES:*DURANTE EL TRANSPORTE:*

- En el taxi podrán ir dos personas por fila de asientos. Por lo tanto, en un taxi de siete plazas que tenga tres filas de asientos incluida la de la persona conductora, las personas se distribuirán de la siguiente forma:
 - Una persona en el asiento del copiloto.
 - Dos personas en la segunda fila, separadas lo máximo posible: una junto a cada ventanilla.
 - Dos personas en la tercera fila, de la misma forma que en la fila anterior.
- Todas las personas (incluida la persona conductora) ocupantes del taxi deben llevar mascarilla y limpiarse bien las manos con alcohol o gel hidroalcohólico (que se les proporcionará al recogerlas) antes de entrar en el vehículo.
- El/la taxista se encargará de proporcionar a las personas participantes una mascarilla quirúrgica, que será la que deberán llevar durante todo el trayecto de ida y vuelta en el taxi, así como dentro de la facultad.
- Dentro del taxi se debe procurar no tocar nada, y bajo ningún concepto podrán quitarse las mascarillas.
- Una vez dejado un grupo de personas, el taxi deberá limpiarse con productos adecuados (Sanytol o similar) para eliminar cualquier posible contaminación por COVID-19, especialmente en las superficies de contacto (e.g., asientos, parte interior de la puerta y ventanilla, parte trasera del asiento delantero). También debe ventilarse durante al menos 5 minutos.
- Mantener el habitáculo lo más ventilado posible.

EN LA FACULTAD DE PSICOLOGÍA:

- Nada más entrar en el edificio, las personas participantes deberán desinfectarse nuevamente las manos con gel hidroalcohólico.
- Se les facilitará además una mascarilla quirúrgica para asegurar que todas las mascarillas utilizadas por las personas participantes cumplan con los criterios de seguridad (asegurando que los filtros sean quirúrgicos y no higiénicos).
- Una persona investigadora acompañará a las personas participantes desde su llegada en taxi hasta que se sienten en sus puestos en el lugar de experimentación. Esta persona investigadora se encargará de recordarles las medidas de seguridad que se detallan a continuación:
 - Deben mantener siempre una distancia de seguridad de 2 metros entre ellos/as.
 - Bajo ninguna circunstancia se quitarán la mascarilla.
 - No deben tocarse la cara, ni tampoco la mascarilla con las manos. Si lo hacen, deben pedir desinfectante, que se les facilitará en todo momento.
 - Subirán/bajarán por las escaleras siempre que sea posible, y si necesitan apoyarse en la barandilla, se les ofrecerá de nuevo gel desinfectante al llegar arriba. Si alguna persona necesita subir o bajar en ascensor, podrá hacerlo individualmente.
 - Si alguna persona necesita ir al baño, se le ofrecerá gel hidroalcohólico al volver a entrar en la sala, antes de sentarse en su puesto.
 - Las personas participantes tendrán a su disposición en todo momento pañuelos desechables para taparse la boca y la nariz si necesitan estornudar o toser. Si no

es posible usar un pañuelo, utilizarán la parte interna del codo, procurando cubrir bien boca y nariz.

- Se les pedirá que, si se les cae algo al suelo, informen al personal investigador, que se encargará de recogerlo y desinfectarlo antes de devolvérselo.

EN LAS SESIONES DE INTERVENCIÓN:

- Las personas participantes tendrán asignado un puesto concreto, en el que se irán situando a medida que lleguen, siempre de una en una y manteniendo los 2 metros de separación con otras personas participantes e investigadoras. Estos puestos estarán separados al menos 2 metros en todas las direcciones con respecto a los/as demás. Esto incluye la zona de paso por la que las personas entran y salen del espacio.
- Se marcará con cinta adhesiva en el suelo las delimitaciones de dichos espacios (el de cada persona participante, las zonas de paso y las zonas para el personal investigador).
- Las hojas de participante y los cuestionarios de sensaciones, que antes se colocaban al lado de cada persona, deberán estar ahora en el espacio que utilizarán las personas investigadoras.
- Entre cada grupo de participantes se desinfectará adecuadamente todo el material utilizado (con agua y jabón lo que sea posible y con Sanytol o similares el resto, con ayuda de una bayeta o papel de cocina), y se ventilará la estancia durante el mayor tiempo posible, siendo el mínimo 5 minutos.
- Los materiales para el montaje de electrodos deben ser de uso exclusivo para cada persona. En caso de que no sea posible, se dispondrá de una solución jabonosa para desinfectar *in situ* los materiales que deban utilizarse con más de una persona en la misma sesión.
- Dada la dificultad de desinfectar los estimuladores:
 - Nunca deberán tocarse sin haberse aplicado previamente desinfectante en las manos.
 - Se colocarán detrás de cada tableta para evitar que se contaminen.
- Dada la imposibilidad de lavar o desinfectar con líquidos los materiales en papel (las hojas de participante y los cuestionarios de sensación de la estimulación eléctrica), se deberá tener especial cuidado en desinfectarse las manos antes de manipularlos.
- Cada persona investigadora tendrá unas tareas asignadas:
 - Persona 1 (encargada de las tabletas):
 - Al finalizar cada sesión:
 - En cuanto los/as participantes terminen, los organizará para que, de uno en uno, se vayan vistiendo para salir mientras permanecen de pie junto a sus sillas.
 - Mientras tanto, limpiará las sillas para que estén listas cuando suba el siguiente grupo. Las dejará separadas de la mesa, de forma que la persona siguiente no las toque.
 - Abrirá las ventanas para ventilar la sala.
 - Acompañará al grupo saliente al taxi y regresará con el nuevo grupo.
 - Organizará a los/as participantes para que se sienten en su puesto asignado.

- Desinfectará con Sanytol (o similar) todo el material no lavable de la sala: metro, lápiz de marcar, tabletas, mesas, sillas, auriculares, perchero, pomo de la puerta por dentro y por fuera.
- Ventilará la sala durante un mínimo de 5 minutos.
- Preparará las tabletas para las personas participantes de la siguiente sesión (excepto al finalizar la última).
- Persona 2 (encargada de la estimulación):
 - Durante la sesión:
 - Lavará con agua y jabón los gorros utilizados para situar las localizaciones de los electrodos de la tACS, y los irá secando durante los ratos en los que no tenga que atender la estimulación, mientras se realiza el entrenamiento con NeuronUP. En la última sesión bastará con dejarlos secar para el día siguiente.
 - Una vez finalizada la sesión:
 - Desinfectará todo el material lavable con agua y jabón: gorros de waterpolo, electrodos de estimulación y sus cables, esponjas de los electrodos, redecillas, esponjas de los auriculares, separador de pelo, espátulas.
 - Preparará el material de estimulación y las hojas de participante para la siguiente sesión.

EN LAS EVALUACIONES NEUROPSICOLÓGICAS:

- Los materiales utilizados para las evaluaciones (bolígrafos, tableta, reloj con alarma y cronómetro [o móvil] y Torre de Hanoi) se desinfectarán con Sanytol (o similar) entre sesiones.
- Dada la imposibilidad de lavar o desinfectar con líquidos los materiales en papel (e.g., carpeta de las personas participantes y billetes y monedas utilizados en la prueba MPMT), se tendrá especial cuidado en desinfectarse las manos antes de manipularlos.
- Para la prueba MPMT, cada persona debe coger un sobre con la mano (tanto en la evaluación previa a la intervención como en la post-intervención). Por lo tanto, debemos contar con 160 sobres, ya que se estiman 80 personas más para evaluar.
- Se pasará un paño o algodón con Sanytol (o similar) por la silla que usan las personas participantes, la mesa sobre la que trabajan y el pomo de la puerta.

El perchero se mantendrá vacío. La persona participante dejará en él sus pertenencias y, una vez finalice, se desinfectará con Sanytol (o similar) la/s percha/s utilizada/s.

Apéndice XII: Actividades Incluidas en la Intervención con NeuronUP

Actividad	Descripción	Funciones entrenadas	Duración	Sesiones
Chapas	Observar la secuencia de números en movimiento e ir seleccionando las chapas pulsando los números de menor a mayor (teniendo en cuenta que faltan números).	Memoria de trabajo, atención selectiva, planificación.	7'30''	1ª, 4ª, 7ª, 10ª
Invasión de topes	Recordar el orden en el que aparecen los topes y reproducirlo de manera inversa.	Memoria operativa.		
Equilibra las bolsas	Observando el peso de diferentes productos (o recordarlo, en función del nivel), embolsarlos equilibrando el peso de los dos brazos.	Razonamiento lógico, planificación.		
Lotería de colores	Memorizar el color de las bolsas que hay en el bombo para averiguar cuál o cuáles han salido.	Memoria episódica.		
Que empiece el partido	Reorganizar elementos en movimiento para que cada tipo esté en su lado correspondiente.	Atención dividida, planificación.		
Parejas de animales	Descubrir las parejas entre un conjunto de cartas situadas boca abajo.	Memoria episódica.		
Director de orquesta	Identificar los instrumentos escuchados y reproducirlos en orden.	Memoria episódica, planificación.		
Entrelazados	Formar una figura geométrica moviendo sus vértices de manera que ninguno de sus lados se cruce.	Razonamiento visuoespacial, planificación.	7'30''	2ª, 5ª, 9ª, 11ª
Sigue el camino	Realizar diferentes tareas cambiando la acción según el tipo de dibujo.	Flexibilidad cognitiva, atención selectiva.		
Entrevista	Recordar el orden en el que los/as periodistas han pedido turno de palabra y reproducirlo.	Memoria operativa.		
Restaurante de animales	Seleccionar los alimentos que piden los animales, cuando aparecen (teniendo en cuenta que sus gustos van cambiando).	Memoria episódica, flexibilidad cognitiva.		
Golpea la pelota	Pulsar el botón solo cuando aparezca la pelota indicada.	Control atencional, atención selectiva.		
Yincana de obstáculos	Memorizar una serie de obstáculos en un mapa y luego trazar la ruta solicitada, sorteándolos.	Memoria episódica, planificación.		
Comparación de tamaños	Determinar la relación de tamaño entre una serie de imágenes.	Planificación, razonamiento.		

Actividad	Descripción	Funciones entrenadas	Duración	Sesiones
El pequeño glotón	Ordenar la secuencia de números en movimiento.	Memoria de trabajo, atención selectiva, planificación.	8'35''	3 ^a , 6 ^a , 9 ^a , 12 ^a
Ordena la cocina	Colocar los objetos de la cocina en su sitio correspondiente.	Memoria semántica.		
Explota los globos	Explotar los globos que sean iguales al modelo (que van cambiando).	Atención selectiva, flexibilidad.		
Ventanas iluminadas	Memorizar la posición de las ventanas que se iluminan para luego reproducirla.	Memoria operativa.		
Salto con normas	Realizar diferentes tareas cambiando según el tipo de imagen.	Flexibilidad cognitiva, atención selectiva.		
Ordenar secuencia	Ordenar una serie de elementos visuales memorizados previamente.	Memoria episódica, razonamiento.		
Entrega a domicilio	Recordar el orden en el que los edificios se iluminan y reproducirlos de manera inversa.	Memoria operativa.		
Separa los bichos	Reorganizar elementos en movimiento para que cada tipo esté en su lado correspondiente.	Atención dividida, planificación.		
Empareja las cartas	Descubrir las parejas entre un conjunto de cartas situadas boca abajo.	Memoria episódica.		

Apéndice XIII: Protocolo de Intervención con tACS

Un poco antes de que llegue la persona participante:

- Preparamos el material con el que van a interactuar las personas participantes durante la sesión (i.e., NeuronUP o videojuego).
- En cada estimulador, seleccionaremos el slot de prueba: número 3 (test de 15 segundos para comprobar que las impedancias son correctas para comenzar).
 - Para ver el slot seleccionado, pulsamos el botón negro con la flecha que apunta arriba (izquierdo).
 - Para cambiarlo, dejamos pulsados los botones Bluetooth (azul) y START/STOP (amarillo), al mismo tiempo. Pulsando los botones negros con las flechas nos movemos por los 10 slots disponibles. Una vez veamos el slot de interés, pulsamos brevemente de nuevo los botones azul y amarillo y vemos cómo carga el slot seleccionado ahora.
 - Para volver a la pantalla principal, pulsamos la flecha descendente.
- Preparamos los electrodos para la tACS:
 - 1 cefálicos (redondo de 2cm de diámetro): extendemos una capa lo más uniforme posible de pasta electrolítica. Lo tapamos con un vaso de plástico para que se seque lo menos posible mientras no se coloca.
 - 1 extracefálico (cuadrado): mojamos bien la esponja con solución salina (con ayuda de una jeringuilla sin punta). Que esté empapada pero no gotee. Dejaremos la jeringuilla con un poco de solución salina para posteriores aplicaciones.
 - Haremos esto para cada uno de los/as participantes de la sesión.
- Prepararemos un gorro para cada sujeto, teniendo en cuenta su perímetro craneal.
- En el sitio de cada participante, colocaremos los cuestionarios de sensaciones con su nombre (para identificarlos) y colocaremos las fichas de participante en la otra mesa, de manera que podamos ir consultando qué tipo de estimulación le toca a cada persona sin que vean sus fichas de participante (podrían deducir quién recibe real y quién Sham).

Una vez que llegue la persona participante:

- Preguntamos si serán capaces de subirse la manga derecha lo suficiente para colocar el electrodo en el brazo, y si no, les pediremos que se quiten la ropa que les sobre (jerséis, chaquetas).
- A continuación, se medirá la distancia Nación-Inión y marcaremos el punto medio (con una línea perpendicular al metro). Mediremos también la distancia entre los puntos preauriculares y marcaremos el punto medio (con una línea perpendicular al metro). Donde las rectas nación-inión y preauricularD- preauricularI se corten, marcaremos Cz y utilizaremos este punto como referencia para colocar el gorro centrado. Iremos explicando a la persona lo que vamos haciendo a cada paso.
- Colocamos el gorro para marcar las localizaciones de los electrodos cefálicos: enganchamos la cinta y la dejamos bien tirante, haciendo coincidir Cz con su espacio en el gorro. Marcamos F3. Tendremos cuidado de apartar muy bien el pelo para que la marca se vea bien al retirar el gorro. En la primera sesión nos fijaremos bien en que el gorro sea del tamaño adecuado para sostener bien los electrodos (no demasiado flojo).
- Al mismo tiempo, podemos ir limpiando con algodón y gel exfoliante el brazo, (y a continuación con alcohol) en la zona donde se colocará el electrodo.
- Retiramos el gorro y limpiamos con algodón y alcohol F3, echando hacia atrás la cabeza

de la persona (para evitar que le entre alcohol en el ojo). Si en esa zona el/la participante no tiene pelo, usaremos también un poco de gel exfoliante. Limpiaremos teniendo mucho cuidado de no perder la localización exacta (ya que se borrará al limpiar), y colocaremos el electrodo con el cable apuntando hacia la oreja contraria (hacia arriba). Este paso debe hacerse muy bien, o después será un problema y llevará mucho tiempo solucionar las impedancias altas. Presionaremos con cuidado el electrodo mientras sujetamos la cabeza de la persona, de forma que la pasta penetre entre el pelo, pero NO lo suficiente para que toda la pasta salga por el borde de debajo del electrodo.

- Retiramos la pasta conductora que sobresalga con un bastoncillo.
- Colocaremos el gorro que mantendrá el electrodo de F3 en su sitio. No es preciso colocarlo de una forma especial, solo tendremos cuidado de no mover el electrodo al ponerlo y de que quede bien ajustado para que no se mueva durante la sesión.
- Colocaremos el electrodo en el brazo, con el cable apuntando al suelo, después de haber aplicado un poco más de solución salina. Sujetamos el electrodo por medio de una faja de red. Pondremos algunas servilletas o papel de cocina en la manga remangada del sujeto para evitar que se moje al tocar la esponja.
- Con cuidado, conectaremos los electrodos a los estimuladores. En qué clavija se sitúe cada uno no es importante, pero en general usaremos el cable rojo para el electrodo cefálico y el negro para el extracefálico. Podemos seguir el mismo patrón para las conexiones.
- Colocaremos los estimuladores del lado derecho de la persona participante intentando que los cables de los electrodos queden lo menos tirantes posible.
- Encendemos el estimulador: botón verde (dejar pulsado).
- Comprobamos de nuevo que el slot es el adecuado, pulsando el botón negro con la flecha ascendente: protocolo de prueba, número 3 (debería de estar cargado antes de que la persona llegase) para ver que las impedancias son correctas. Los slots serán los siguientes en todos los estimuladores:
 - Slot 1 (21m40s): 50s rise/fall + 20 min a 1.5mA (pico-pico) à Sesión 1 REAL.
 - Slot 2 (21m40s): 50s rise/fall + 20 min 1mA (pico-pico) à Si no tolera a 1.5.
 - Slot 3 (15s): test 15s a 1.5mA (con 5s de subida y 5 de bajada).
 - Slot 4 (21m): Sham 21 min con 30s de subida y bajada al principio y al final.
- Para cambiarlo, dejamos pulsados los botones Bluetooth (azul) y START/STOP (amarillo) al mismo tiempo. Pulsando los botones negros con las flechas nos movemos por los 10 slots disponibles. Una vez veamos el slot de interés, pulsamos brevemente de nuevo los botones azul y amarillo y vemos como carga el slot seleccionado ahora.
- Para volver a la pantalla principal pulsamos la flecha descendente.
- Le decimos a la persona participante que sentirá un golpeteo en la zona donde tiene situado el electrodo de la cabeza, y en menor medida también en la zona del brazo. Le explicaremos que la sensación es muy variable entre personas. Es como si alguien le estuviese dando golpecitos con la uña en esa zona. Será solo para comprobar que está todo correcto, y durará unos pocos segundos. Prestaremos especial atención a las personas que refieran molestia en este punto y vayan a recibir estimulación real, ya que probablemente lo refieran después con el protocolo de estimulación.
- Para hacer partir el estimulador pulsamos, desde la pantalla principal el botón START/STOP (amarillo) 3 veces.
- Si las impedancias son correctas (veremos en la pantalla que ya está estimulando, y la cuenta atrás del protocolo seleccionado) esperamos a que pasen los 15 segundos que dura el protocolo del slot 3.

- Si tenemos un error por impedancias altas (Electrodes impedance: HIGH! Replace) procederemos como sigue hasta que consigamos que la estimulación comience:
 - En primer lugar, mojaremos un poco más la esponja del electrodo del brazo con una jeringuilla y limpiaremos de nuevo el brazo con algodón mojado en alcohol. Trataremos de nuevo de hacerla partir, haciendo una ligera presión en los electrodos cefálicos (con mucho cuidado, o al apretar podemos hacer salir la pasta de debajo del electrodo y dará error más adelante).
 - Si no es suficiente deberemos quitar el electrodo cefálico, volver a limpiar, y colocar de nuevo.
- Una vez comprobado en el primer sujeto que el montaje de estimulación está listo para partir con el protocolo definitivo, repetiremos para cada sujeto este proceso.

Durante el tratamiento:

- Se darán las instrucciones a las personas participantes para que puedan comenzar la actividad. Además, anotaremos la hora exacta de comienzo para calcular cuando debemos hacer partir la estimulación.
- Cuando nos estemos acercando a los 15 minutos desde el inicio de la actividad, cambiamos de nuevo el slot, seleccionando ahora el que corresponde a cada sujeto, consultando una por una las fichas de participante (una persona consulta, la otra va cambiando slots, dejando los estimuladores encendidos, listos para partir).
- Estimulación real (A, en la hoja de participante):
 - Slot 1 (21m40s): 50s rise/fall + 20 min a 1.5mA (pico-pico) à Sesión 1 todos, y siguientes para quienes la toleren bien.
 - Slot 2 (21m40s): 50s rise/fall + 20 min 1mA (pico-pico) à Si no tolera a 1.5.
- Estimulación Sham (B, en la hoja de participante):
 - Slot 4 (21m): Sham 21 min con 30s de subida y bajada al principio y al final.
- Humedecemos ligeramente la esponja que contiene el electrodo situado en el brazo (por la parte interna), con cuidado de que no quede goteando, y hacemos partir la estimulación.
- En la primera sesión en la que se aplique la tACS, se prestará especial atención a las sensaciones de las personas participantes. La estimulación subirá de 0mA a 1.5mA durante los primeros 50 segundos de forma gradual y proporcional. Permaneceremos al lado de la persona durante todo este tiempo, hasta estar seguras de que soporta la estimulación
- Si alguna persona refiere molestias, trataremos de tranquilizarla durante unos segundos, explicando que, aunque note sensaciones raras no le van a producir ningún tipo de lesión y que se habitúa con el paso del tiempo. Preguntaremos si, aunque moleste, es soportable. Si aun así pasados unos segundos decide que no la soporta, pararemos la estimulación. Tomaremos nota en la hoja de participante e informaremos inmediatamente para tomar decisiones con respecto a esta persona.
- En la segunda sesión:
 - Las personas que soportaron bien el protocolo a 1.5mA: continúan a 1.5mA.
 - Las personas que no soportaron 1.5, pero sí 1mA: se vuelve a intentar estimular en 1.5mA. Si tampoco lo soportan en la segunda sesión, en las restantes se estimularán siempre a 1mA.
 - Las personas que no soportaron 1.5, y tampoco 1mA: individualmente se tomará una decisión que se anotará en la hoja de participante para actuar en esta sesión.
- Constantemente controlaremos los estimuladores, comprobando que no haya ningún

problema (podrían apagarse, detenerse la estimulación). Si la estimulación se detiene dentro de los primeros 10 minutos de estimulación, volveremos a cargar el protocolo desde el inicio. Si falla después de los primeros 10 minutos, daremos la estimulación por finalizada. En todo caso, anotaremos cualquier incidencia en la hoja de participante.

- Cuando termine la estimulación, apagamos los estimuladores y retiramos las pilas si no hay más sesiones a continuación. Las pilas en uso se guardarán en el bolsillo izquierdo de la funda del estimulador, las pilas de repuesto estarán siempre en el bolsillo derecho.

Terminada la sesión:

- Cuando las personas participantes terminen de realizar las actividades, procederemos a retirarles los electrodos.
- Mientras se le retira el montaje de la tES, otra experimentadora procederá a pasarle a cada sujeto el cuestionario de sensaciones de la tES.
- Limpiamos el pelo con algodón y alcohol para retirar la mayor cantidad de pasta posible.
- Lavamos los electrodos utilizados con agua y jabón (para el del brazo es suficiente agua), así como las esponjas del electrodo del brazo, las mallas que lo sujetaban y la jeringuilla. Dejamos todo a secar en una toalla extendida para tal fin.
- Si no hay otra sesión a continuación, apagamos las tabletas y las ponemos a cargar, y dejamos todo limpio y colocado.
- Cuando tengamos algún set de pilas descargado, aprovecharemos para cargarlo cuando empiece la primera sesión de la mañana o de la tarde. Controlaremos la carga para desenchufarlas lo antes posible una vez estén cargadas, o cuando nos marchemos (terminarán de cargarse cuando comencemos la siguiente sesión). Nunca las dejaremos cargando por la noche o sin control, ya que se estropean.

Apéndice XIV: Módulo de Detección de las Sensaciones Ligadas a la tES

¿La estimulación eléctrica le ha causado alguna molestia o malestar? Responda a las siguientes preguntas indicando el grado de intensidad de su malestar, en relación con cada una de las sensaciones enumeradas, sobre una escala como la siguiente:

- ☐ Ninguno (0) = no he percibido ninguna sensación del tipo descrito.
- ☐ Leve (1) = la sensación descrita se percibió muy ligeramente.
- ☐ Moderado (2) = la sensación descrita se ha percibido.
- ☐ Bastante (3) = la sensación descrita se percibió con un grado considerable de intensidad.
- ☐ Mucho (4) = la sensación descrita se ha percibido de manera fuerte.

Dolor:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Dolor de cabeza:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Calor:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Quemazón:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Picor:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Sabor metálico/ferroso:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Sueño:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Incomodidad general:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Cansancio:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho
Otro _____:	☐ Ninguno	☐ Leve	☐ Moderado	☐ Bastante	☐ Mucho

¿Cuándo ha comenzado el malestar o sensación molesta?

- ☐ Al principio.
- ☐ Hacia la mitad de la estimulación.
- ☐ Hacia el final.

¿Durante cuánto tiempo lo ha notado?

- ☐ Desapareció enseguida.
- ☐ Desapareció hacia la mitad de la estimulación.
- ☐ Duró hasta el final.

¿Cuánto han influido las sensaciones que ha mencionado sobre la calidad de su desempeño en la tarea?

- ☐ En absoluto.
- ☐ Poco.
- ☐ Bastante.
- ☐ Mucho.
- ☐ Muchísimo.

¿Dónde se localizaron estas sensaciones?

- ☐ En la cabeza _____
- ☐ Otro _____

Apéndice XV: Lista de Verificación para tES

		SI	NO
1	¿Tiene epilepsia o ha tenido alguna vez una convulsión de tipo epiléptico?		
2	¿Ha sufrido alguna vez un desmayo con pérdida de consciencia? Describa en qué ocasión(es) _____		
3	¿Ha sufrido alguna vez un traumatismo craneal severo (con pérdida de consciencia)?		
4	¿Tiene problemas dermatológicos como dermatitis, psoriasis o eczema?		
5	¿Tiene algún implante (como implante coclear) o bioestimulador en general?		
6	¿Está embarazada o hay posibilidades de que así sea?		
7	¿Posee algún metal en el cerebro o cráneo (excepto titanio)? Por ejemplo, astillas, fragmentos, clips. Si es que si, por favor especifique el tipo de metal: _____		
8	¿Posee algún tipo de electrodo implantado a nivel cerebral o de la columna vertebral?		
9	¿Posee un marcapasos u otros metales en su cuerpo?		
10	¿Posee algún dispositivo de liberación de fármacos?		
11	¿Está tomando algún tipo de medicamento? Por favor, indique cuáles y en qué dosis: _____		
12	¿Fue estimulado/a previamente con tES o estimulación magnética transcraneal? En caso afirmativo, ¿tuvo algún problema? _____		
13	¿Hizo alguna vez una resonancia magnética? En caso afirmativo, ¿tuvo algún problema?		
14	¿Tiene algún problema cerebral (e.g., Ictus) o alguna enfermedad cerebral en general? _____		

Respuestas afirmativas a una o más de las preguntas (excepto la 12 y la 13) no representan una contraindicación absoluta. En caso de respuestas afirmativas, se recomienda profundizar para poder determinar el riesgo/beneficio antes de continuar con la estimulación.



La tesis describe el proceso de diseño del videojuego “Tras la huella del tiempo” y un estudio preliminar de su eficacia comparada en el entrenamiento cognitivo de personas mayores en riesgo de demencia en combinación con estimulación transcraneal por corriente alterna (tACS). Los resultados permitieron analizar el ajuste del videojuego a las preferencias estéticas y la experiencia de juego. El estudio de eficacia permitió verificar mayor proporción de empeoramientos en el grupo de control activo y mayor proporción de mejoras en los grupos experimentales, tanto con NeuronUP como con el videojuego. Se observan patrones de eficacia asociados a la combinación específica de entrenamiento cognitivo y tACS.