

Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación
Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento
Psicológico
Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento
(CIMCYC)



PROGRAMA DE DOCTORADO EN PSICOLOGÍA (B.13.56.1)
TESIS DOCTORAL

**INTERVENCIÓN NEUROPSICOLÓGICA BASADA EN NUEVAS
TECNOLOGÍAS PARA PERSONAS CON DAÑO CEREBRAL
ADQUIRIDO EN FASE CRÓNICA Y PARA MAYORES**

Sandra Rute Pérez

Tesis doctoral dirigida por:

Alfonso Caracuel Romero y Miguel Pérez García

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Sandra Rute Pérez
ISBN: 978-84-1306-007-1
URI: <http://hdl.handle.net/10481/53786>

No recibimos la sabiduría, debemos descubrirla nosotros mismos, tras una travesía por territorio salvaje que nadie puede hacer por nosotros, que nadie puede escatimarnos, ya que nuestra sabiduría es la perspectiva desde la que por fin podemos apreciar el mundo.

Marcel Proust

AGRADECIMIENTOS

El proyecto de esta tesis nació oficialmente en 2013, pero el comienzo en la andadura de la investigación se remonta a hace 7 años, cuando ni si quiera sabía que el mundo de la investigación supondría algo tan importante en mi vida. Desde entonces, poder trabajar en ella ha sido, sin lugar a duda, una de las mayores fuentes de motivación a nivel personal y sobre todo profesional. Durante todos estos años me he sentido feliz, ilusionada y afortunada por poder trabajar en algo que realmente me apasiona, por todo lo que he aprendido y disfrutado y, por toda la gente con la que he podido compartir esta etapa de mi vida.

Debo y me gustaría agradecer a todas las personas que han contribuido a que esto tenga sentido y haya sido posible.

En primer lugar, quiero dar las gracias a mis directores de tesis, Alfonso Caracuel Romero y Miguel Pérez García. Nunca podré agradecerles lo suficiente la confianza que depositaron en mí desde el primer momento. Esta tesis os la debo a vosotros. Habéis sido el pilar fundamental, el motivo por el que no me he permitido decaer en momentos duros y sí seguir hacia adelante. Sois grandes profesionales, de eso no cabe duda, pero he tenido la gran suerte de poder conocerlos a nivel personal y me siento muy afortunada. Vuestra humildad os hace grandes.

Alfonso, mi guía, mi sostén. Siempre confiando en mis capacidades, siempre con palabras tan motivadoras que salir del despacho en días duros era salir con una sonrisa en la cara y muchas ganas de seguir adelante. He de reconocer que muchas veces he deseado poder meterte en un bolsillo y llevarte conmigo a casa para escuchar tus palabras en esos días de reclusión en que veía todo de color negro. Gracias por tu paciencia, tu dedicación porque esto saliera adelante y, por supuesto, gracias por tu comprensión y por ser siempre tan especial.

Miguel, mi punto de partida, mi referencia. Nunca olvidaré el día en que acudí a tu despacho en busca de apoyo para solicitar la beca de iniciación a la investigación. Aquel día marcó un antes y un después en mi vida del que no fui consciente en un primer momento, pero el recuerdo de esa conversación quedará en mi memoria para siempre. Gracias por brindarme siempre un trato tan cercano y por tu predisposición a escucharme y ayudarme en los momentos en que el miedo se adueñaba de mí.

Agradecimiento a todos los participantes de los distintos estudios, sin ellos nada de esto habría sido posible. A mis mayores, porque no sólo han estado dispuestos a ofrecerme su ayuda sino que me han cuidado y arropado como a una hija o nieta más. Siempre me han ofrecido un cariño desinteresado e, incluso a día de hoy, me siguen haciendo sentir especial. A los participantes de las asociaciones de daño cerebral, por estar siempre disponibles cuando los necesitaba, por la paciencia que me han tenido y por los buenos ratos de cafés, tapas y anécdotas tras mañanas y tardes largas de evaluaciones.

Gracias al gran equipo de informáticos, pilar fundamental en este proyecto: M^a José, Mavi, M^a Luisa, Miguel, Pedro y en especial, a mi compañero de sufrimiento y salvador en incontables ocasiones, Carlos Domínguez.

A todo el personal del Centro de Servicios Sociales de la Chana, AGREDACE y NEURO-AFEIC, en especial, a Gustavo, Jose María y a las dinamizadoras de los centros Guadalinfo: Eli, Marian, Guadalupe, Jessica, M.Carmen, siempre tan dispuestos/as a colaborar y facilitarme el trabajo.

A mi estupendo grupo de investigación PNínsula, porque siempre estáis cuando se os necesita ya sea a nivel profesional o personal. Cada uno de vosotros sois piezas fundamentales en este gran equipo y trabajar a vuestro lado es sinónimo de crecer profesionalmente pero sintiéndote en familia. Gracias por tanto arropo y tan buenos momentos.

A M. Ángeles García. Juntas comenzamos y juntas terminamos esta etapa de nuestra vida. Me gusta visualizar nuestra imagen al final del camino con nuestras manos unidas como cuando partimos de él. Un camino con muchos altibajos en el que hemos compartido momentos de miedo, inseguridad, sufrimiento, pero sobre todo muchos cafés, cervezas, risas y confesiones. Gracias por conseguir sacarme del pozo sin agua en el que

tantas veces me empeñaba en ahogarme. El camino llega a su fin, pero estoy segura de nos mantendremos cerca en los próximos retos.

A María Vélez, por confiar siempre en mi capacidad de sacar adelante este proyecto y tener siempre palabras tan bonitas en momentos difíciles.

Gracias a Noelia Sáez, por el cariño y la dulzura con que siempre me cuida.

A mi prima Maite, por transmitirme todos estos años lo orgullosa que se siente de mí.

A mis compañeros de carrera Isa, Quino y Juan Antonio por sus mensajes de “ánimo Rute! Tú puedes con todo!”.

A Migue, Palmi, Rafa, Ismael y Fran, por confiar en mi cuando yo no he tenido fuerzas para hacerlo, por quererme tal y como soy, por vuestras palabras y planes improvisados para animarme, por vuestro cariño. Sois esa familia que elegí cuando apenas tenía uso de razón y no sé qué hubiera sido de mí de no teneros. Estar con vosotros me aporta la tranquilidad, seguridad y energía que necesito para afrontar cualquier cosa que me proponga.

Y finalmente, agradecimiento especial a mi familia.

A mis sobrinos Paco e Iván, por sus enormes muestras de cariño, sobre todo en los días que durante sus visitas tenía que estar frente al ordenador y ellos se acercaban a darme mimos. A mis hermanos Ángeles, Paco, Pedro, por cuidarme tanto desde pequeña y estar siempre dispuestos a facilitarme las cosas sin necesidad de pedirles nada. Sentir el apoyo que siempre me han brindado, me ha aportado la tranquilidad y energía para continuar con la tesis. A mis cuñados Eli y Gabriel por ser siempre tan atentos. A mi padre, por sus consejos sobre “psicología” y sus “creativos” chistes para animarme en días de agobio.

Y por último, GRACIAS MAMÁ, por apoyarme y acompañarme en todos los caminos que emprendo, por tus desvelos en mis noches inquietas y por soportar mi malhumor en estos meses con tanta paciencia. Eres todo un ejemplo de lucha y fortaleza para mí y, tu apoyo incondicional y tus consejos, han hecho posible que finalice esta etapa tan importante en mi vida. Por todo ello, esta tesis va dedicada especialmente a ti.

ÍNDICE

ÍNDICE

Resumen.....	1
Summary.....	7
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	13
Capítulo 1. Introducción al concepto de Deterioro Cognitivo Leve (DCL)	15
1.1 Envejecimiento.....	17
1.2 Definición y características del DCL a nivel cognitivo, emocional y sus consecuencias en el funcionamiento diario.....	18
1.3. Tipologías de DCL y epidemiología.....	23
1.4. Progresión a demencia.....	26
1.5. Costo económico de la demencia.....	28
1.5.1. ¿Cuál es el coste económico de la demencia para la sociedad?.....	28
1.5.2. ¿Cuál es el coste económico, social y de salud de la demencia para los cuidadores familiares?.....	29
Capítulo 2. Diagnóstico de DCL	31
2.1. Utilidad del diagnóstico de DCL y cómo se realiza.....	33
2.2. Herramientas de evaluación cognitiva tradicional para DCL.....	35
2.2.1. Pruebas de screening general.....	36
2.2.2. Pruebas de screening específicas.....	45
2.2.3. Pruebas específicas para DCL.....	48
2.3. Herramientas de evaluación computarizadas para DCL.....	50
Capítulo 3. Intervención en DCL	59
3.1. Estimulación y entrenamiento cognitivo tradicional para el DCL.....	61
3.2. Estimulación y entrenamiento cognitivo por ordenador para el DCL.....	63
3.3. Realidad virtual.....	70

Capítulo 4. Redes sociales	73
4.1. Influencia de la actividad social en el mantenimiento del funcionamiento cognitivo.....	75
4.2. Aprendizaje y uso de redes sociales digitales en mayores.....	76
Capítulo 5. Introducción al concepto de Daño Cerebral Adquirido (DCA)	77
5.1. Definición y características del DCA a nivel cognitivo, emocional y sus consecuencias en el funcionamiento diario.....	79
5.2. Tipologías de DCA.....	81
5.3. Fases de evolución del DCA.....	88
5.4. Epidemiología y progresión del DCA.....	91
5.5. Coste económico.....	92
5.5.1. ¿Cuál es el coste económico del DCA para la sociedad?	92
5.5.2. ¿Cuál es el coste económico, social y de salud del DCA para los cuidadores/familiares?	93
5.6. Diagnóstico	94
5.6.1. Utilidad del diagnóstico en DCA y cómo se realiza.....	94
5.6.2. Herramientas de evaluación cognitiva tradicional.....	95
5.6.3. Herramientas de evaluación computarizadas.....	104
II. <u>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</u>	109
Capítulo 6. Justificación y objetivos de la tesis	111
6.1. Justificación y objetivo general.....	115
6.2. Objetivos específicos.....	116
III. <u>MEMORIA DE TRABAJOS</u>	123
Capítulo 7. Diseño y validación inicial de VIRTRA-EL para mayores.....	125

Capítulo 8. Validación de la eficacia de VIRTRA-EL para mayores con y sin Deterioro Cognitivo Leve.....	137
Capítulo 9. Mejoras de ejercicios de estimulación de VIRTRA-EL.....	169
Capítulo 10. Mejoras de la validez ecológica del módulo de estimulación de VIRTRA-EL.....	193
Capítulo 11. Mejoras de la estimulación cognitiva con VIRTRA-EL asociadas con la inclusión de una red social digital	203
Capítulo 12. Validación de las pruebas de evaluación de VIRTRA-EL para personas con daño cerebral adquirido.....	233
IV. <u>DISCUSIÓN GENERAL, CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS</u>	257
Capítulo 13. Discusión general, perspectivas futuras y conclusiones	259
13.1. Discusión general.....	261
13.2. Conclusiones.....	265
13.3. Perspectivas futuras	266
V. <u>GENERAL DISCUSSION, CONCLUSIONS AND FUTURE PERSPECTIVES</u>	269
Capítulo 14. General discussion, conclusions and future perspectives	271
14.1. General discussion.....	273
14.2. Conclusions.....	277
14.3. Future perspectives.....	278
REFERENCIAS.....	279

RESUMEN

RESUMEN

El envejecimiento de la población se ha convertido en uno de los fenómenos sociales más importantes de las últimas décadas. En 2017 el número de personas mayores de 60 años fue de 962 millones y que esta cifra duplicara su tamaño, hasta alcanzar en 2050, los casi 2.1 millones. Esto es un gran éxito por parte de las políticas de salud y el desarrollo socioeconómico, no obstante, también supone una necesidad creciente de crear estrategias que fomenten la autonomía, la independencia y la calidad de vida de esta población.

La demencia constituye una de las principales causas de discapacidad y dependencia entre las personas mayores de todo el mundo y se caracteriza, fundamentalmente, por el deterioro de la función cognitiva más allá de los que podría esperarse como consecuencia del envejecimiento normal. Recientemente, numerosas investigaciones se han centrado en estudiar el Deterioro Cognitivo Leve (DCL) dado que es considerado como una fase premórbida de la demencia y conlleva tasas de progresión del 5-15% al año.

Los avances en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han permitido el desarrollo de programas de evaluación y estimulación cognitiva a través de ordenador que han demostrado su utilidad en la prevención y la reversión del deterioro cognitivo en estas poblaciones. No obstante, los estudios al respecto indican que la mayoría siguen presentando importantes limitaciones metodológicas y de accesibilidad, y que suponen elevados costos para las familias.

Basándonos en todo esto, el objetivo de esta Tesis fue diseñar un programa de evaluación y estimulación cognitiva basado en nuevas tecnologías y comprobar su validez para personas mayores y con daño cerebral adquirido.

Para ello, esta Tesis Doctoral consta de trece capítulos organizados en cuatro apartados. El primer apartado corresponde a la parte de Introducción y está compuesta por los capítulos 1-5. En el capítulo 1, se introduce el concepto de Deterioro Cognitivo Leve y sus tipologías, así como el riesgo de progresión a demencia y los costos económicos que conlleva. En el capítulo 2, se hace una revisión sobre las diferentes pruebas utilizadas para la evaluación del DCL tanto en formato estándar como por ordenador. En el capítulo 3, se exponen los beneficios de la estimulación cognitiva en mayores y las herramientas

computarizadas más utilizadas en la actualidad. En el capítulo 4, se muestra la influencia que tiene la actividad social sobre el funcionamiento cognitivo. Y, en el capítulo 5, se incluye una introducción del concepto del daño cerebral adquirido, sus tipologías, fases de evolución y herramientas de evaluación tanto en formato estándar como computarizado.

El segundo apartado es el de Justificación y Objetivos y se corresponde con el capítulo 6. En él se expone brevemente una justificación de la importancia del estudio de esta Tesis Doctoral y los objetivos generales y específicos que se plantean.

El tercer apartado corresponde a la Memoria de trabajos y contiene los capítulos del 7 al 12. En ellos se recoge la parte empírica de esta Tesis a través de los siete estudios llevados a cabo. Los primeros dos estudios están incluidos en el capítulo 7 y tuvieron como objetivo el diseño y la determinación de la usabilidad y validez de una versión inicial de un programa computarizado de evaluación y estimulación cognitiva para mayores. Los hallazgos mostraron facilidad de uso para mayores, validez de las pruebas de evaluación y eficacia del programa para mejorar el rendimiento cognitivo de los mayores en atención, memoria de trabajo y planificación. En el capítulo 8, se incluyó el tercer estudio y el objetivo fue determinar la eficacia de VIRTRA-EL en mayores en comparación con un programa de estimulación cognitiva estándar en formato presencial. Los resultados mostraron una eficacia superior de VIRTRA-EL en aprendizaje, memoria verbal, memoria de trabajo y planificación, en mayores con y sin DCL. El contenido del capítulo 9 corresponde al cuarto estudio y tuvo como objetivo mejorar el módulo de estimulación de VIRTRA-EL mediante el análisis del rendimiento en los propios ejercicios de entrenamiento y la adaptación y personalización de los ejercicios. Los resultados indicaron que el rendimiento de los mayores en el ejercicio seleccionado para su análisis seguía una evolución significativa y que fue posible incluir la adaptación y personalización del ejercicio. En el capítulo 10, se incluye el quinto estudio y cuyo objetivo fue mejorar el módulo de estimulación de VIRTRA-EL mediante la inclusión de escenarios 3D que aumentaran la similitud con la vida real. Dichos escenarios fueron creados y están en fase de integración dentro del programa. El contenido del capítulo 11 corresponde al estudio seis que también tuvo como objetivo mejorar el módulo de estimulación de VIRTRA-EL pero esta vez a través de la inclusión de aspectos socioemocionales durante la estimulación mediante el uso de una red social digital en una muestra de personas mayores. Los resultados mostraron que la inclusión de un programa

de entrenamiento en el uso de la red social Facebook no suponía un aumento significativo de la eficacia de VIRTRA-EL en mejorar el funcionamiento cognitivo de esta población a largo plazo. Sin embargo, atendiendo al cambio clínico, los resultados mostraron que entre el momento pre y el seguimiento el grupo de mayores que también fue entrenado en Facebook experimentó cambios considerablemente superiores a los del grupo que sólo se entrenaron con VIRTRA-EL en 2 aspectos cognitivos: el recuerdo demorado con claves y el razonamiento abstracto. Finalmente, el capítulo 12, incluye el estudio 7 y tuvo como objetivo la extensión y validación de VIRTRA-EL para la evaluación de la función cognitiva de población con daño cerebral adquirido en fase crónica. Los resultados indicaron que VIRTRA-EL muestra una adecuada validez para evaluar atención, aprendizaje, memoria verbal, memoria de trabajo, razonamiento abstracto y planificación.

El último apartado de la Tesis es el de la Discusión, Perspectivas futuras y Conclusiones y corresponde al capítulo 13. Todos los resultados obtenidos indican la eficacia de VIRTRA-EL para mejorar el rendimiento cognitivo de las personas mayores incluso, por encima de los programas de estimulación estándar, y su validez para evaluar a personas con daño cerebral adquirido.

Finalmente, el capítulo 14 está reservado para la mención de la Tesis como Doctorado Internacional.

SUMMARY

SUMMARY

Aging has become one of the most important social phenomena of recent decades. In 2017, the number of people over the age of 60 was 962 million and this figure is predicted to double in size, reaching nearly 2.1 billion by the year 2050. While this implies a great success for the social policies and socioeconomic development, it also suggests there is a growing need to create strategies to foment autonomy, independence and quality of life for the elderly.

Dementia is one of the main causes of disability and dependency among older people throughout the world and is mainly characterized by the deterioration of cognitive function beyond what would be expected as a result of normal aging. Although much progress has been made, research has focused primarily on Mild Cognitive Impairment (MCI), which is considered a premorbid phase of dementia and leads to a progression rate of 5-15% per year.

Advances in new information and communication technologies have allowed the development of computer-based cognitive assessment and stimulation programs, which have proven useful in the prevention and reversal of cognitive impairment in these populations. Nonetheless, studies indicate that most of these programs still present important methodological and accessibility limitations, and that they involve too much costs for many families (Howren, Vander Weg, and Wolinsky, 2014).

For these reasons, the main objective of this Thesis was to design a cognitive assessment and stimulation program based on new technologies and check their validity for the elderly and people with acquired brain damage.

As such, this Doctoral Thesis consists of five chapters organized into four sections. The first section corresponds to the Introduction and is made up of Chapters 1-5. Chapter 1 introduces the concept of Mild Cognitive Impairment, its typologies, as well as the risk of progression to dementia and the economic costs involved. In Chapter 2, a review is made of the different tests used to evaluate MCI in standard format as well as on the computer. In Chapter 3, the benefits of cognitive stimulation in the elderly and the most commonly used computerized tools are described. Chapter 4 discusses the influence of social activity on cognitive functioning. In Chapter 5, an introduction to the concept of

acquired brain damage, its typologies, phases of evolution, and the use of both standard and computerized formats of evaluation tools.

The second section is that of Justification and Objectives, which corresponds to Chapter 6. A brief justification about the importance of the Doctoral Thesis and the general and specific objectives is briefly presented.

The third section corresponds to the Work Report and contains Chapters 7 to 12. They contain the empirical part of this Thesis through the seven studies carried out. The first two studies are included in Chapter 7 and aimed to design and determine the usability and validity of an initial version of a computerized program of cognitive assessment and stimulation for the elderly. The findings showed easiness of use for the elderly, validity of the assessment tests, and effectiveness of the program to improve the cognitive performance of the elderly in attention, working memory and planning. In Chapter 8, the third study was included and aimed to determine the efficacy of VIRTRA-EL in the elderly compared to a standard cognitive stimulation program in face-to-face format. The results showed a higher efficacy of VIRTRA-EL in learning, verbal memory, working memory and planning, in older people with and without MCI. The content of Chapter 9 corresponds to the fourth study and aimed to improve the stimulation module of VIRTRA-EL through the analysis of the performance in the training exercises themselves and the adaptation and personalization of the exercises. The results indicated that the performance of the elderly in the exercise selected for their analysis followed a significant evolution and that it was possible to include the adaptation and personalization of the exercise. In Chapter 10, the fifth study is included and aimed to improve the stimulation module of VIRTRA-EL by including 3D scenarios that increase the similarity with real life. These scenarios were created and are in the integration phase within the program. The content of Chapter 11 corresponds to study six which also aimed to improve the stimulation module of VIRTRA-EL but this time through the inclusion of socio-emotional aspects during the stimulation through the use of a digital social network in a sample of elderly people. The results showed that the inclusion of a training program in the use of the social network Facebook did not imply a significant increase in the effectiveness of VIRTRA-EL to improve the cognitive functioning of this population in the long term. However, in view of the clinical change, the results showed that between the pre and follow-up period the group of older people who were also trained in Facebook experienced changes considerably higher than those in the group that only trained with

VIRTRA-EL in 2 cognitive aspects: the delayed memory with keys and abstract reasoning. Finally, Chapter 12 includes study 7 and aimed to extend and validate VIRTRA-EL for the evaluation of the cognitive function of the population with acquired brain damage in the chronic phase. The results indicated that VIRTRA-EL shows an adequate validity to evaluate attention, learning, verbal memory, working memory, abstract reasoning and planning.

The fourth section of the Thesis is that of the Discussion, Future Perspectives and Conclusions and corresponds to Chapter 13. All the results obtained indicate the effectiveness of VIRTRA-EL to improve the cognitive performance of older people, even over the programs of standard stimulation, and its validity to evaluate people with acquired brain damage.

Finally, Chapter 14 is reserved to mention of the Thesis as an International Doctorate.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE DETERIORO COGNITIVO LEVE (DCL)

CAPÍTULO 1. Introducción al concepto de Deterioro Cognitivo Leve (DCL)

1.1. Envejecimiento

En las últimas décadas, la población de personas mayores de 65 años ha aumentado hasta alcanzar la cifra de 45 millones y, se prevé que en 2060 esta cantidad se duplique llegando a los 98 millones. De entre ellas, el total de personas mayores de 85 años fue de 6 millones y se espera que alcancen los 15 millones en 2040 (Profile of Older Americans, 2014) .

El envejecimiento es un proceso vital natural que ocurre de forma continua y que incluye un declive de funciones cognitivas que no supone un compromiso de la capacidad de funcionamiento. Se trata de un proceso normal como consecuencia de los cambios que se van produciendo a nivel cerebral. Estos cambios presentan una gran variabilidad entre individuos debido al nivel educativo y social, la actividad cognitiva y física de la persona, etc. y no siempre supone una pérdida, sino que en algunas personas ciertas funciones cognitivas pueden verse mejoradas a través de los años (Junqué & Ribal, 2009). No obstante, algunas personas experimentan un declive de las funciones cognitivas superior al esperable en el envejecimiento normal. Estos mayores siguen manteniendo sus habilidades de la vida diaria pero con un pequeño deterioro que puede ser reconocido tanto por la persona que lo experimenta como por las de su alrededor. Esta entidad es conocida como *Deterioro Cognitivo Leve* (DCL) (Luque, Serrat, & Benito, 2013). Su detección y seguimiento cobra un papel muy importante puesto que si bien es cierto que algunos casos pueden revertir a un estado cognitivo normal o mantenerse estables, otros pueden evolucionar hacia una demencia (Maioli et al., 2007).

Por su parte, la demencia es una alteración que afecta a diferentes funciones cognitivas (memoria, razonamiento, etc.) y que a diferencia del DCL, interfiere de manera significativa o imposibilita la capacidad funcional para desempeñar las actividades de la vida diaria (AVD) (Luque et al., 2013). Así, la demencia “no solo afecta a la persona que lo padece sino que también limita y cambia la vida de los familiares”, lo que supone una gran problemática a nivel personal, familiar y socio-económica.

1.2. Definición y características del DCL a nivel cognitivo, emocional y sus consecuencias en el funcionamiento diario

A lo largo de la historia se han ido utilizando múltiples denominaciones para hacer referencia a los primeros signos de deterioro cognitivo en la población mayor (González Palau, Buonanotte, & Cáceres, 2014). En las primeras publicaciones al respecto aparecen conceptos como *deterioro de memoria asociado a la edad* (Crook & Larrabee, 1991; Crook, Larrabee, & Youngjohn, 1990; O' Brien, 1999; Reisberg, Ferris, de Leon, & Crook, 1982), *deterioro cognitivo sin demencia* (Graham et al., 1997), *pérdida de memoria aislada* (Flicker, Ferris, & Reisberg, 1991), *trastorno cognoscitivo leve* o *trastorno neurocognitivo leve* (Petersen et al., 1999; Ritchie & Ritchie, 2012). En la actualidad, el interés por estas alteraciones cognitivas asociadas al envejecimiento, entendidas como los estados cognitivos intermedios entre la cognición óptima y la demencia (Fang et al., 2017; Pose & Manes, 2010; Sánchez-Rodríguez & Torrellas-Morales, 2011; Tang, Brayne, Albanese, & Stephan, 2015), ha ido en aumento dadas las implicaciones personales, sociales y económicas que esto conlleva para una sociedad que envejece de forma acelerada. En 2012, se llegaron a identificar aproximadamente unas 11.659 publicaciones al respecto (Ritchie & Ritchie, 2012). No obstante, dado que como acabamos de mencionar, en un principio, la definición y los criterios del trastorno no estaban claramente definidos (Tang et al., 2015), la mayoría de estas publicaciones se han producido en los últimos años. González-Palau et al., (2014) indicaron que anterior al año 2000 se encontraron en Pubmed menos de 50 publicaciones relacionadas directamente con el actualmente conocido DCL, durante el año 2005 se publicaron 172 y durante el 2013 ya existían más de 580 publicaciones.

El constructo DCL fue introducido como una entidad clínica a finales de los años 80 por el grupo de la Universidad de Nueva York de Reisberg (Apostolo et al., 2016; Petersen et al., 2014; Petersen & Morris, 2005; Sánchez-Rodríguez & Torrellas-Morales, 2011) para referirse a las personas con puntuaciones de 0.5 en la Valoración Clínica de Demencia (CDR) y en el estadio 3 de la Escala Global de Deterioro (GDS) (Petersen & Morris, 2005). Mediante ambas escalas se reconoció la necesidad de categorizar a aquellas personas que no tenían demencia pero que mostraban alguna evidencia de disfunción cognitiva (Golomb et al., 2004). Sin embargo, ambas escalas han sido cuestionadas como instrumentos de diagnóstico debido a que los estadios que describen

podrían corresponderse tanto a DCL propiamente dicho, como a individuos con demencia muy leve (Petersen, 2004; Petersen et al., 1999).

La caracterización del trastorno más utilizada actualmente fue la que realizó Petersen (González Palau et al., 2014). En un principio este autor concibió el DCL básicamente como un proceso degenerativo que precedía a la demencia, cuyo déficit principal era la memoria y donde el resto de las funciones cognitivas podían permanecer estables (Petersen et al., 2001). Concretamente los criterios que él establecía eran los siguientes (Petersen et al., 1997; Petersen & Negash, 2008):

- a) problemas de memoria
- b) trastorno objetivo de memoria
- c) ausencia de otros trastornos cognitivos o repercusiones en la vida diaria
- d) función cognitiva general normal
- e) ausencia de demencia

Posteriormente, esta definición se ha ido ampliando y al hablar de DCL nos referimos, de manera general, a la presencia en algunas personas de un cierto grado de déficit cognitivo, que resulta mayor que el esperado para su edad y nivel educativo pero que no provoca un compromiso esencial en las AVD, por lo que no cumplen con los criterios de demencia (Grande et al., 2016; Pose & Manes, 2010) pero sí conlleva riesgo de desarrollarla. Por tanto, es una condición patológica (Petersen et al., 2001; Pose & Manes, 2010) donde el déficit es comparado con el nivel de funcionamiento previo y puede incluir una variedad de dominios cognitivos tales como aprendizaje y memoria, atención compleja, funciones ejecutivas o lenguaje (Knopman & Petersen, 2014), pero donde el deterioro de la memoria no es una condición necesaria para realizar el diagnóstico (Apostolo et al., 2016). Además, si bien es cierto que uno de los criterios para el DCL es que los cambios cognitivos no deben ser lo suficientemente graves como para interferir con las AVD, en la actualidad se ha reconocido que “las personas pueden necesitar hacer uso de estrategias compensatorias en las tareas funcionales más complejas como por ejemplo, la interpretación de instrucciones, la planificación de actividades o la toma de decisiones” (Gauthier et al., 2006; Knopman & Petersen, 2014).

En cuanto a síntomas no cognitivos asociados al DCL, se ha observado que aproximadamente el 50% de pacientes con DCL presenta al menos algún síntoma neuropsiquiátrico, frente al 25% de personas mayores sin deterioro cognitivo (Geda et al.,

2008). La depresión, la irritabilidad, la ansiedad y la apatía son los trastornos conductuales y emocionales más prevalentes (Baquero et al., 2004; Henry et al., 2012), sobretodo en DCL de tipo amnésico (Geda et al., 2008). En lo concerniente a la depresión, algunos estudios han encontrado unas altas tasas de prevalencia e incidencia en población con DCL (Solfrizzi et al., 2007). La comorbilidad de ambos trastornos, es uno de los factores de mayor riesgo para la progresión a demencia y enfermedad de Alzheimer (EA) (Kida et al., 2016; Makizako et al., 2016). Por otro lado, según Henry et al., (2012), la agitación y la apatía parecen ser síntomas específicos presentes en personas con DCL que permite distinguirlos de aquellas personas que no tienen deterioro cognitivo. Finalmente, en cuanto a la ansiedad, en una revisión sistemática realizada recientemente se han reportado tasas de prevalencia del 21% en personas con este trastorno (Chen, Hu, & Jiang, 2018).

Como mencionamos con anterioridad, los criterios para el diagnóstico del DCL han ido variando en función de la entidad que lo ha definido (Tang et al., 2015): Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM), Clínica Mayo, el Grupo de Trabajo Internacional (IWG) y el Instituto Nacional de Asociación Envejecimiento-Alzheimer (NIA-AA). En la tabla 1 se ven más detalladamente dichos criterios (Tang et al., 2015).

Tabla 1

Criterios diagnósticos en función de distintas entidades

Definiciones	Requisitos
Clínica Mayo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quejas subjetivas de memoria del paciente o un informante confiable 2. Función cognitiva normal 3. Deterioro objetivo de memoria 4. Actividades de la vida diaria preservadas 5. No demencia
DSM-V	<ol style="list-style-type: none"> 1. Declive cognitivo notable en comparación con un nivel de funcionamiento previo en uno o más dominios cognitivos planteado por el

paciente, informante u observaciones hechas por el clínico.

2. El deterioro cognitivo no interfiere en la independencia para realizar las actividades de la vida diaria.
3. Los síntomas cognitivos no se deben a delirios.
4. No demencia.

Grupo de Trabajo
Internacional (IWG)

1. Síndrome amnésico del tipo hipocampal.
2. Uno o más pruebas positivas in vivo de la patología de Alzheimer en el líquido cefalorraquídeo junto con un aumento de T-tau o P-tau o en PET con una mayor retención del marcador en el amiloide.
3. Ausencia de demencia.

Grupo de trabajo del
Instituto Nacional de
Asociación
Envejecimiento-
Alzheimer (NIA-AA)

1. Preocupación con respecto a un cambio en la cognición
 2. Deterioro cognitivo en uno o más dominios
 3. Preservación de la independencia en las habilidades funcionales
 4. Ausencia de demencia
 5. Positivo o negativo en biomarcadores que reflejan neuropatología o daño neuronal
 6. Alta probabilidad: positivo en el biomarcador de la proteína A β y en el de daño.
 7. Probabilidad media: positivo en el biomarcador de A β o en el de daño.
 8. Improbabilidad: negativo para ambos biomarcadores proteína A β y en el de
-

daño.

Nota Fuente: Tang, E. Y., Brayne, C., Albanese, E., & Stephan, B. C. (2015). Mild cognitive impairment definitions: more evolution than revolution. *Neurodegenerative Disease Management*, 5(1), 11–17. <https://doi.org/10.2217/nmt.14.42>

Los criterios más actuales son los del DSM-5 que clasifican el DCL como un *Trastorno Neurocognitivo*, concretamente dentro de la categoría de *Trastorno Neurocognitivo Menor* (Sachdev et al., 2014; Stokin, Krell-Roesch, Petersen, & Geda, 2015). El criterio que diferencia un trastorno neurocognitivo menor de uno mayor es que los déficits cognitivos no interfieren en la realización de las AVD. Dichos criterios se encuentran recogidos en la tabla 2.

Tabla 2

Criterios diagnósticos propuestos en el DSM-V para el Trastorno Neurocognitivo leve

A. Evidencias de un declive cognitivo moderado comparado con el nivel previo de rendimiento en uno o más dominios cognitivos (atención compleja, función ejecutiva, aprendizaje y memoria, lenguaje, habilidad perceptual motora o cognición social)

basada en:

1. Preocupación en el propio individuo, en un informante que le conoce o en el clínico, porque ha habido un declive significativo en una función cognitiva y
2. Un deterioro modesto del rendimiento cognitivo, preferentemente documentado por un test neuropsicológico estandarizado o, en su defecto, por otra evaluación clínica cuantitativa.

B. Los déficits cognitivos no interfieren en la capacidad de independencia en las actividades cotidianas (p. ej., conserva las actividades instrumentales complejas de la vida diaria, como pagar facturas o seguir los tratamientos, pero necesita hacer un mayor esfuerzo, o recurrir a estrategias de compensación o de adaptación).

C. Los déficits cognitivos no ocurren exclusivamente en el contexto de un síndrome confusional.

D. Los déficits cognitivos no se explican mejor por otro trastorno mental (p. ej., trastorno depresivo mayor, esquizofrenia)

Nota Fuente: American Psychiatric Association. (2013). *Guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5®*. American Psychiatric Publishing. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425657>

Por tanto, a nivel más operativo, el constructo de DCL se caracteriza por (Portet et al., 2006):

- 1) La verbalización por parte del paciente o familiares de deterioro cognitivo con respecto a un estado previo.
- 2) La demostración objetiva del deterioro a través de pruebas de evaluación neuropsicológica.
- 3) El funcionamiento preservado de las AVD sencillas, aunque pueda tener leves alteraciones en las complejas: planificación, comprensión de instrucciones, etc.
- 4) La ausencia de síntomas de demencia.

1.3. Tipologías de DCL y epidemiología

Tras la diversidad de términos para referirnos al DCL, los criterios de la Clínica Mayo y Petersen (Petersen et al., 1999) se centraron en la alteración de la memoria y no en otras funciones cognitivas, y la consideración de que el déficit existente era una fase premórbida de la EA. Sin embargo, pronto se hizo evidente que no todas las personas evolucionaban a demencia de tipo Alzheimer y, que no todas tenían un déficit de memoria o que éste fuese el único problema cognitivo que podía estar presente.

Así, a partir de una conferencia internacional de expertos, el Symposium Key celebrado en Estocolmo en 2003, se propusieron unos criterios más amplios que evitaban el enfoque exclusivo en las alteraciones de la memoria y ampliaban el espectro del posible deterioro a otras áreas cognitivas. Se llegó a la conclusión de que había dos formas de DCL, la forma amnésica y la no amnésica con etiologías y resultados diferentes (Petersen, 2016; Pose & Manes, 2010). Estos criterios más amplios suponían incluir no sólo a los pacientes en fase de transición entre la normalidad cognitiva y la enfermedad de Alzheimer sino también a aquellas personas en cuadros intermedios con otras etiologías.

Los diferentes subtipos de DCL son (Petersen, 2016; Petersen et al., 2014; Petersen & Morris, 2005; Rabassa et al., 2011; Sánchez-Rodríguez & Torrellas-Morales, 2011):

1. *DCL amnésica de único dominio* (DCL-a). Hay bajo rendimiento únicamente en las puntuaciones de las pruebas neuropsicológicas de memoria pero el resto de las capacidades cognitivas se mantienen relativamente preservadas. Afecta

especialmente a la memoria de tipo episódica, relacionada con el almacenamiento y recolección de eventos autobiográficos. Es la presentación más frecuente de DCL y la más estudiada.

2. *DCL amnésico de múltiple dominio* (DCL-amd). Existe una afectación en varias áreas de funcionamiento cognitivo incluido un déficit leve de memoria, pero sin alcanzar la intensidad suficiente como para realizar un diagnóstico de demencia. Implica la afectación en diversos grados de funciones como memoria, lenguaje, función ejecutiva y habilidades visoespaciales.
3. *DCL no amnésico de único dominio* (DCL-na). En este subtipo la persona muestra un declive en una única función cognitiva distinta a la memoria, por ejemplo, función ejecutiva, lenguaje o habilidades visoespaciales, y conservan relativamente intactas las otras capacidades cognitivas.
4. *DCL no amnésico de múltiple dominio* (DCL-na-md). Hay alteración de múltiples áreas cognitivas distintas a la memoria: funciones ejecutivas, capacidad visoespacial, lenguaje, etc. No obstante, la interrelación que hay entre todas ellas puede hacer que la memoria se vea afectada.

En la figura 1 quedan reflejados los diferentes subtipos de DCL según los criterios establecidos por el Simposium Key (Petersen, 2016; Petersen et al., 2014; Petersen & Negash, 2008).

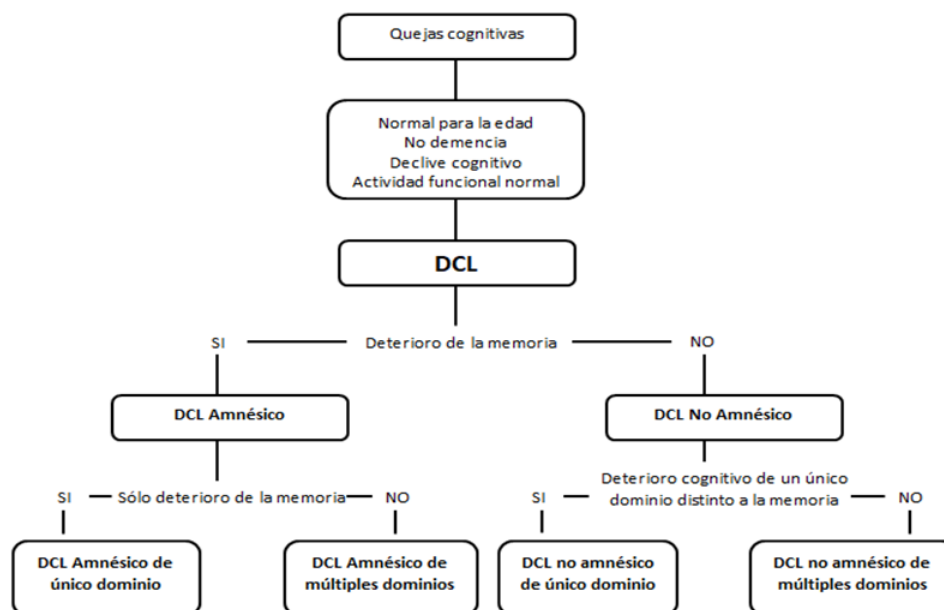


Figura 1. Tipos de DCL según los criterios establecidos por el Simposium Key. Fuente: Petersen. (2016). Mild cognitive impairment. CONTINUUM Lifelong Learning in Neurology, 22(2, Dementia), 404–418. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000313>

Además de la caracterización mediante las funciones cognitivas afectadas en cada subtipo de DCL, los estudios realizados hasta el momento han encontrado otras diferencias. Por ejemplo, en el DCL amnésico el periodo prodrómico comienza 1 o 2 años antes que en el no amnésico, el declive cognitivo es más rápido (Wilson, Leurgans, Boyle, & Bennett, 2011), y las alteraciones cognitivas de la memoria explícita de tipo episódico y semántico son más notorias (González Palau et al., 2014).

En cuanto a la prevalencia de los diferentes subtipos de DCL, existe cierta variabilidad en los porcentajes en los estudios, probablemente como consecuencia de la diferencia en la definición y criterios utilizados en cada uno de ellos. Por sí solo, el efecto que tiene en el diagnóstico la utilización de una única medida cognitiva o la medida de deterioro a través de varias puntuaciones de un mismo dominio genera una alta variabilidad en la prevalencia, que oscila entre el 39.5% y el 84.3% (Pusswald et al., 2013).

Varios estudios internacionales han concluido que la prevalencia de DCL-amd es mayor que el resto de los subtipos, siendo el DCL-namd el que menos prevalece

(Bermejo-Pareja et al., 2016; Bharath et al., 2017; Migliacci, Scharovsky, & Gonorazky, 2009). Un ejemplo de ello es el estudio llevado a cabo en una muestra mexicana donde encontraron que de un 6.45% de personas que presentaban DCL, el 2.41% cumplía criterios de DCL-a, el 2.56% para DCL-amd, el 1.89% para DCL-na y un 0.30% para DCL-namd (Juarez-Cedillo et al., 2012). En otro estudio llevado a cabo en Viena con 676 personas, el 15.7% fueron considerados sujetos sanos y el resto 84.3% presentaba DCL de los cuales, el 4.6% fue clasificado como DCL-a, el 33.4% como DCL-amd, el 18.5% como DCL-na, y el 27.8% como DCL-namd (Pusswald et al., 2013).

En España la situación es similar, en un estudio llevado a cabo en Alicante con 175 pacientes, se diagnosticaron 37 (21%) de DCL-a con afectación exclusiva de la memoria y los restantes 138 pacientes (79%) tenían DCL multidominio, 109 (79%) con DCL-amd, y 29 (21%) con DCL-namd (Frutos-Alegría, Moltó-Jordà, Morera-Guitart, Sánchez-Pérez, & Ferrer-Navajas, 2007).

Las tasas de prevalencia del DCL se han situado entre el 3 y el 53%. Algunos autores han afirmado que la estimación más acertada es aproximadamente un 19% de la población con una media de edad de 75 años (Sánchez-Rodríguez & Torrellas-Morales, 2011). Estos datos se confirman con algunos estudios como el de Vega-Alonso et al., (2016) donde se encontró que el 18.5% de un total de 4.624 sujetos presentaban alguna forma de DCL. De entre ellos, el porcentaje de mujeres era mayor que el de hombres (18.5% vs. 14.3%). Además, el riesgo de DCL aumenta progresivamente a partir de los 65 años y existe cierto estancamiento a partir de los 85 años (Gutiérrez-Rodríguez & Guzmán-Gutiérrez, 2017).

Por último, en cuanto a la incidencia, según una revisión sistemática, los subtipos de DCL amnésicos varían entre 9.9 y 40.6 por 1.000 personas al año, y los subtipos no amnésicos entre un 28 y un 36.3 por 1.000 personas al año (Luck, Luppá, Briel, & Riedel-Heller, 2010).

1.4. Progresión a demencia

El deterioro cognitivo es un motivo de consulta frecuente en atención primaria. No obstante, dada la enorme diversidad de definiciones de DCL a lo largo de los años, así como la variabilidad en los criterios diagnósticos y las pruebas utilizadas en los diferentes

estudios, los datos sobre prevalencia vistos anteriormente, así como tasas de conversión a demencia resultan dispares (Gutiérrez-Rodríguez & Guzmán-Gutiérrez, 2017; Pose & Manes, 2010).

En cuanto a la evolución, los estudios frecuentemente han asociado el DCL con estados previos o mayor riesgo de progresión a demencia (Fang et al., 2017; Grande et al., 2016), atendiendo sobre todo a que la mayoría de los casos implican quejas y déficits de memoria (Gauthier et al., 2006). Sin embargo, muchas personas con DCL pueden mantenerse o incluso revertir a un estado de cognición normal (Sachdev et al., 2013). El rango de progresión anual a demencia varía entre el 5% y el 15% al año (Farias, Mungas, Reed, Harvey, & DeCarli, 2009; Mitchell & Shiri-Feshki, 2009) a diferencia de las personas cognitivamente sanas cuyo rango oscila entre el 1-2% (Petersen et al., 1999), y estas cifras ascienden al 50-75% en un periodo de 5 años (Gil Gregorio, 2016) y al 80% a los 6 años (Petersen et al., 2001). En un análisis llevado a cabo en población española, se estimó que en 2016 había 900.000 personas con demencia, lo que equivale a un 1.9% aproximadamente de la población, y se espera que aumente a 1.5 millones en 2040 (Rodrigo & Tárraga, 2017).

Atendiendo a los distintos subtipos de DCL cada uno evoluciona en mayor o menor frecuencia a diferentes subtipos de demencia (González Palau et al., 2014). Tradicionalmente, el DCL de tipo amnésico ha sido considerado como la etapa previa a la demencia, más concretamente a la EA. En cambio, el DCL no amnésico constituiría un estado prodrómico de otros tipos de demencias como las frontotemporales, las demencias por cuerpos de Lewy o las demencias vasculares (Montenegro-Peña, Montejo-Carrasco, Llanero-Luque, & Reinoso-García, 2012; Petersen, 2016).

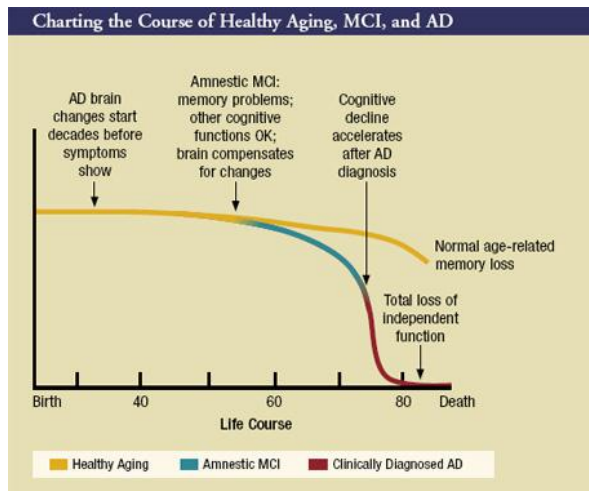


Figura 2. Cambios del curso de envejecimiento sano, DCL y EA. Fuente: Hyungsun Kim, Hsiao, & Do, 2012.

1.5. Coste económico de la demencia

1.5.1. ¿Cuál es el coste económico de la demencia para la sociedad?

La demencia es una de las enfermedades crónicas que provocan mayor deterioro en el grado de funcionalidad cotidiana lo que conlleva que las personas que lo padecen pasen en algún momento de la misma a una situación de discapacidad y dependencia. Según el informe “Impacto Social de la Enfermedad de Alzheimer y otras Demencias” de la Sociedad Española de Neurología, se estima que un 88.67% del total de personas que padecen demencia se encuentran en situación de ‘gran dependencia’ (Villarejo Galende et al., 2017). Esto supone un incremento de las cargas económicas, tanto a nivel familiar como a nivel de servicios de salud, dado el aumento en las demandas de atención médica y la utilización a largo plazo de todas las instalaciones socio-sanitarias (“Dementia: a public health priority, WHO,” n.d.)

En una revisión sistemática llevada a cabo por Xu, Zhang, Qiu, & Cheng (2017) se estimó que los costos económicos totales causados por la demencia a nivel global supusieron 948 mil millones de dólares en 2016, con una tasa de crecimiento anual del 15.94%. En Estados Unidos los valores son similares pues en un estudio llevado a cabo por Wimo et al. (2017) se estimó que el coste fue de 818 mil millones de dólares en 2015, lo que supuso un aumento del 35.4% desde 2010.

A nivel europeo los costos totales de la demencia fueron de 177 billones de euros en 2008, de los cuales 80.6 billones fueron destinados a gastos directos y el resto a cuidados informales (Wimo et al., 2010). En España, la demencia constituye el desorden cerebral más costoso, alcanzando en 2010, los 15.402 millones de euros al año (Parés-Badell et al., 2014). A nivel individual, el coste anual medio por paciente con demencia es de 24.184 euros entre gastos sociales y médicos directos e indirectos (Rodrigo & Tárraga, 2017). Esta cifra se ve incrementada cuando hablamos específicamente de la demencia de tipo Alzheimer donde los valores llegan a alcanzar los 37.000 euros anuales (Villarejo-Galende et al., 2017).

1.5.2. ¿Cuál es el coste económico, social y de salud de la demencia para los cuidadores familiares?

Numerosos trabajos demuestran las repercusiones negativas que tiene la prestación de cuidados a personas con demencia. En la mayoría de los casos son los familiares los que asumen ese rol (Castro, Dillon, Machnicki, & Allegri, 2010; Delgado Parada et al., 2014). Esto conlleva a que, en muchas ocasiones, las personas tengan que renunciar a sus puestos de trabajo, aislarse de sus redes sociales y dejar de realizar actividades de ocio. La atención y cuidado de las personas con demencia, sobre todo para aquellas en fases avanzadas, suponen con frecuencia una actividad a tiempo completo. Numerosos estudios han demostrado que esta gran carga junto con las necesidades no satisfechas tienen un impacto en la salud física y emocional de los cuidadores, en los cuales los niveles de angustia y depresión se ven incrementados (Black et al., 2013; Jennings et al., 2015; Rosa et al., 2010).

El impacto económico para las familias también es notorio. Por un lado, aproximadamente un 54.4% de los cuidadores ven afectada su productividad laboral (Villarejo-Galende et al., 2017); y por el otro lado, las familias suelen asumir un 68% de los costos directos (6.094 euros/año) y el total de los indirectos, alcanzando los 41.737 euros anuales en el caso de servicios profesionales, cifras que se incrementan a medida que progresa la enfermedad (Camacho & Fanjul, 2014).

En resumen, el DCL es un trastorno altamente prevalente con distintos subtipos y que en un porcentaje muy importante de casos evoluciona a demencia, especialmente del tipo Alzheimer, causando unos costes considerables tanto al sistema como a las familias.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DE DCL

CAPÍTULO 2. Diagnóstico de DCL

2.1. Utilidad del diagnóstico de DCL y cómo se realiza.

Utilidad

El diagnóstico temprano de DCL permite identificar a aquellas personas que sufren un mayor riesgo de desarrollar demencia. Esto permite poner en marcha posibles intervenciones, prevenir el deterioro cognitivo y/o enlentecer la progresión a cualquier tipo de demencia (Montenegro-Peña et al., 2012; Olazarán et al., 2010). Los tratamientos farmacológicos y no farmacológicos, y el apoyo psicosocial y educativo, permiten reducir de manera considerable tanto la carga personal como la familiar y social, y planificar las medidas más adecuadas a adoptar de cara a evitar complicaciones posteriores (Gil-Gregorio, 2016).

Como mencionamos con anterioridad, no todas las personas con diagnóstico de DCL progresan a demencia. En una revisión sistemática llevada a cabo por Canevelli et al., (2016) encontraron que en muestras clínicas un 8% de las personas diagnosticadas de DCL revertían a un funcionamiento cognitivo normal y que en muestras poblacionales ese porcentaje alcanzaba el 26%. Ante estos hallazgos, toda intervención capaz de revertir o evitar cualquier tipo de deterioro que pueda conllevar una posible pérdida de la independencia se convierte en un aspecto clave.

Cómo se realiza

Los nuevos criterios de diagnóstico del DCL incluyen biomarcadores pero, en la práctica diaria, el diagnóstico se basa principalmente en la historia clínica, la observación clínica comportamental y en el examen cognitivo del paciente a partir de que éste acude a consulta con quejas cognitivas subjetivas. El clínico debe realizar una entrevista clínica estructurada y cuidadosa, usar información de la historia clínica, recoger la opinión de los familiares o personas cercanas al paciente, realizar las pruebas neuropsicológicas apropiadas y, si fuese posible, también neuroimágenes para determinar el diagnóstico de DCL con la mayor exactitud posible (Flicker et al., 1991; Pose & Manes, 2010).

El papel de la entrevista clínica en este proceso es esencial para determinar el diagnóstico. En ella el neuropsicólogo/a recopila información sobre los síntomas relevantes del paciente, áreas en que presenta dificultades, y cómo todo ello repercute en

su vida diaria (actividades del hogar, trabajo, relaciones sociales, etc). También recoge información sobre el historial médico, psicológico, educativo, laboral y social, y sobre el comportamiento del paciente en consulta en cuanto a orientación, atención, comprensión, fluidez en la conversación, estado de ánimo, etc.; aspectos que pueden influir tanto en los propios síntomas como en el rendimiento de la evaluación neuropsicológica posterior (Lu & Lee, 2017). Además, entrevistar a algún familiar, amigo o cualquier persona cercana que pueda proporcionar información relevante y precisa resulta muy útil y, especialmente necesario, cuando ya existen problemas notorios de memoria (Lu & Lee, 2017).

Otro aspecto a tener en cuenta es la determinación de la etiología o causa del trastorno. Si la historia de aparición es lenta y gradual, probablemente se deba a que es una enfermedad degenerativa; en cambio, la aparición brusca puede ser debida a algún evento de tipo vascular. La presencia de otros trastornos psiquiátricos y condiciones médicas como por ejemplo, la depresión, la ansiedad o problemas cardiacos, también pueden interferir en el estado cognitivo de estas personas, por lo que la detección y tratamiento de las mismas permitiría una mejora de los síntomas (Petersen, 2016).

Una vez revisados todos estos datos, el especialista llevará a cabo una evaluación mediante pruebas neuropsicológica objetivas y, tendrá que valorar si hay deterioro cognitivo relevante en función de los resultados obtenidos y atendiendo a la edad y características de la persona. En caso de que así sea, deberá tomar la decisión de considerarlo como DCL, si el sujeto está funcionando normalmente a pesar del deterioro o, como demencia o cualquier otra patología si por el contrario el nivel de funcionamiento se ha visto deteriorado (Pose & Manes, 2010). En caso de establecer diagnóstico de DCL, el siguiente paso es identificar de qué subtipo clínico se trata. Esto normalmente se determina con base en pruebas neuropsicológicas tradicionales que involucran diferentes funciones cognitivas. Si se determina que la memoria está deteriorada más allá de lo normal según la edad y la educación del paciente, el especialista puede suponer que se trata de un subtipo amnésico de DCL. Si por otro lado, encuentra que la memoria está relativamente intacta pero que la persona tiene deterioro en otros dominios cognitivos como el lenguaje, la función ejecutiva o las habilidades visoespaciales, puede suponer que se trata de un DCL no amnésico (Petersen & Negash, 2008). No obstante, en ambos casos se debe determinar si el deterioro solo implica una función cognitiva o varias de ellas. De esta manera, el trastorno podría identificarse como DCL amnésico de único o múltiples dominios o DCL no amnésico de único o múltiples dominios.

Por tanto, la evaluación del deterioro persigue diferentes objetivos (extraído de Montenegro-Peña, et al. 2012):

- 1) Detectar el deterioro cognitivo y el grado en qué se presenta, lo que nos lleva a diferenciar el DCL del envejecimiento normal y de la demencia.
- 2) Detectar que áreas cognitivas están alteradas y cuáles se mantienen conservadas.
- 3) Facilitar el seguimiento de aquellas personas que presentan DCL y su posible evolución a demencia o a otras entidades.
- 4) Poner en marcha técnicas de intervención, mediante la estimulación cognitiva y otros medios, y comprobar su beneficio.

2.2. Herramientas de evaluación cognitiva tradicional para el DCL

En la actualidad, existe un amplio debate sobre qué herramientas son útiles y en qué cantidad de ellas se debe presentar deterioro para establecer el diagnóstico de DCL. Si bien es cierto que los distintos subtipos están caracterizados por la mayor o menor afectación en diferentes dominios cognitivos, no hay consenso sobre cuál es la medida y qué cantidad de la misma es la más adecuada para detectar el déficit de memoria en el caso de los DCL de tipo amnésico, o para detectar los déficit en función ejecutiva, lenguaje o habilidades visoespaciales propias de los DCL de tipo no amnésico. Aún no hay pruebas que sean específicas, determinantes, ni válidas para este fin (González Palau et al., 2014; Pose & Manes, 2010). No obstante, ante la variabilidad de los tipos de DCL la literatura ha aceptado que las baterías de evaluación deben incluir la mayor cantidad posible de dominios cognitivos y la valoración completa de la funcionalidad de las personas. Así, por ejemplo, en la reciente edición del DSM (DSM-5) se especifica que debe existir una afectación de entre -1 y -2 desviaciones típicas en 6 dominios principales (González Palau et al., 2014):

- 1) Atención compleja
- 2) Funciones ejecutivas
- 3) Aprendizaje y memoria
- 4) Lenguaje

5) Habilidades visoperceptivas

6) Cognición social

La evaluación neuropsicológica suele dividirse en dos niveles de complejidad. El primer nivel, consiste en una valoración del rendimiento cognitivo global del paciente a través de pruebas de screening general (Montenegro-Peña et al., 2012). Suele realizarse en consultas ambulatorias de atención primaria o en la primera fase de exploración realizada por un especialista (neuropsicólogo, neurólogo, etc.), y las pruebas permiten detectar si existe o no deterioro cognitivo. El segundo nivel, consiste en realizar una evaluación neuropsicológica más exhaustiva con el objetivo de determinar en qué medida las diferentes funciones cognitivas están preservadas o alteradas. Para ello, se deben utilizar pruebas destinadas a la evaluación concreta de cada dominio y, siempre que existan y se disponga de ellas, pruebas específicas para los diferentes subtipos de DCL (Mora-Simón et al., 2012). Además, es conveniente evaluar el rendimiento funcional de la persona y explorar síntomas neurológicos y psiquiátricos, de manera que se descarte cualquier causa que pueda ser reversible y se detecte el grado de interferencia del deterioro en las AVD (Montenegro-Peña et al., 2012).

No obstante, en la actualidad y con el conocimiento que se tiene sobre los diferentes tipos de DCL, el peso que se sigue dando a la evaluación de las distintas funciones cognitivas para hacer el diagnóstico de DCL no es equitativo. La mayoría de las investigaciones se han centrado más en aspectos relacionados con la memoria, minimizando la exploración de otras funciones superiores, como podrían ser el lenguaje o las funciones ejecutivas (Mora-Simón et al., 2012).

2.2.1. Pruebas de screening general

La utilización de pruebas de screening general tiene como objetivo orientar a los profesionales sobre la existencia o ausencia de déficit cognitivo en casos donde se sospecha la presencia del mismo. Se trata de pruebas estandarizadas que permiten explorar de forma rápida (en un tiempo medio de administración de 20 minutos), sencilla y superficial diferentes dominios cognitivos en busca de señales de alarma que indiquen la necesidad de una evaluación cognitiva de mayor complejidad. Suelen usarse sobre todo

en el ámbito de atención primaria cuando el paciente o los familiares acuden a consulta por quejas subjetivas de memoria.

La mayoría de ellos están destinados a detectar demencia y tienen varias características en común :

- a) Se aplican a sujetos que tienen pocos o ningunos síntomas de presentar trastornos, y en contextos con baja prevalencia de enfermedad.
- b) Son breves y rápidos de aplicar.
- c) Son sencillos tanto de administrar como de corregir e interpretar.
- d) Suponen un bajo coste económico y utilizan materiales de uso cotidiano.
- e) Están influenciados por la edad y el nivel educativo.
- f) Deben ser adaptados a distintas poblaciones
- g) La mayoría de ellos son aplicados por profesionales de la salud o personas no expertas, dado que necesitan poca preparación.

A continuación, detallamos brevemente algunas de las pruebas de screening más utilizadas en la literatura científica para la detección de DCL.

1. Mini Mental State Examination (MMSE)

La prueba más utilizada tanto en la práctica clínica como en investigación es el Mini Mental State Examination (MMSE) (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975). Se trata de una prueba sencilla y útil para el screening cognitivo moderado que requiere solo 5-10 minutos para su realización. Su rango de puntuación oscila entre 0-30 puntos, y el punto de corte para probable deterioro cognitivo es de 23/24 (puntuaciones inferiores indican problemas cognitivos más graves) (Tsoi et al., 2017). Se compone de 30 preguntas y los aspectos esenciales que evalúa son:

- 1) Orientación espacio temporal
- 2) Atención y concentración
- 3) Memoria
- 4) Capacidad de abstracción (cálculo)
- 5) Lenguaje

- 6) Percepción visoespacial
- 7) Capacidad para seguir instrucciones básicas

La adaptación española se denomina Mini Examen Cognoscitivo (MEC) (Lobo, Ezquerra, Gómez Burgada, Sala, & Seva Díaz, 1979). Su rango oscila entre 0 y 35 puntos y tiene el mismo punto de corte que la versión original.

El MMSE es un referente para la valoración y para la comunicación entre investigadores y clínicos dada la amplia difusión de su uso y el gran apoyo empírico que la ha sustentado durante mucho tiempo y, las numerosas adaptaciones y traducciones que se han realizado desde su creación (Blesa et al., 2001; Hawkins et al., 2014; Legdeur et al., 2017; Lobo et al., 1999; Ní Chaoimh, De Bhaldraithe, O'Malley, Mac Aodh Bhuí, & O'Keeffe, 2015). No obstante, ha sido muy criticado en cuanto a su sensibilidad y especificidad (Paddick et al., 2017; Solomon et al., 1998; Zarit, Blazer, Orrell, & Woods, 2008), y tiene varias limitaciones (Delgado Derio et al., 2013; Gao, Yang, Kuang, & Qiu, 2015; Delgado, Araneda, & Behrens, 2017):

- Su uso no es adecuado para analfabetos
- Está muy influido por variables socioeducativas por lo que los resultados no son fiables
- No permite diagnosticar DCL ni predecir la conversión a demencia
- No evalúa abstracciones ni funciones ejecutivas
- Está reservada a derechos de autor.

2. Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

Junto con el MMSE, el MoCA (Nasreddine et al., 2005) es la prueba cognitiva más comúnmente utilizada en estudios de cribado y diagnóstico de DCL (Tsoi et al., 2017), pero al igual que la mayoría de los tests utilizados se basa en los criterios iniciales de Petersen et al, (1999).

Se administra en unos 10 minutos, consta de 19 ítems para evaluar 8 dominios cognitivos y su puntuación máxima es de 30, siendo los puntos de corte 25/26 para considerar DCL, y 17/18 para demencia. Los ítems que incluyen son:

- 1) Orientación espacial y temporal.

- 2) Atención, concentración y memoria de trabajo. Para evaluarlas se utilizan una tarea de atención sostenida (detección de objetos), una tarea de resta en serie y la repetición de dígitos hacia adelante y hacia atrás.
- 3) Memoria. Esta tarea implica dos pruebas de aprendizaje de cinco sustantivos y posteriormente el recuerdo diferido aproximadamente a los 5 minutos. También permite medir el recuerdo facilitado, por pista semántica y reconocimiento.
- 4) Función ejecutiva. Se utiliza una tarea de alternancia adaptada del Trail Making Test o Test del Trazo B, y dos ítems de abstracción verbal (semejanzas).
- 5) Habilidades visoespaciales. Se evalúa mediante el dibujo de un reloj y la copia en tres dimensiones de un cubo.
- 6) Fluidez verbal fonémica.
- 7) Lenguaje. Se evalúa mediante una tarea de denominación por confrontación de animales poco familiares (león, camello, rinoceronte) y la repetición de dos oraciones sintácticamente complejas

Aunque los resultados preliminares para la validación de la versión española del MoCA no indicaban que esta prueba fuese tan eficaz en detectar DCL como lo hace con la demencia (Lozano et al., 2009), la mayoría de los estudios de validación de la versión original sí que han reportado una alta efectividad de la prueba para la distinción de ambos tipos de trastornos (Cecato, Martinelli, Izbicki, Yassuda, & Aprahamian, 2016; Delgado et al., 2017; Wojtowicz & Larner, 2017). Esta controversia puede deberse a algunas de las limitaciones que presenta: por un lado, es necesario establecer diferentes puntos de corte en función de la edad, el sexo y el nivel educativo de manera que sea capaz de distinguir entre personas sin deterioro, DCL y demencia (Luis, Keegan, & Mullan, 2009; Pereiro et al., 2017; T. Smith, Gildeh, & Holmes, 2007); y por otro lado, son pocos los estudios realizados sobre la capacidad discriminativa de cada subtest en el diagnóstico de DCL (Damian et al., 2011). No obstante, son numerosos los estudios que reportan una mayor sensibilidad y especificidad de esta prueba con respecto al MMSE (Alagiakrishnan, Mah, Dyck, Senthilselvan, & Ezekowitz, 2017; Damian et al., 2011; Delgado et al., 2017; Nasreddine et al., 2005; Palanisamy, Rajendran, Narmadha, & Ganesvaran, 2016), incluso para la versión reducida de la prueba (Cecato et al., 2016).

3. Test 7 Minutos

El Test 7 Minutos (Solomon et al., 1998) es otra de las pruebas de screening más utilizadas en personas mayores para diferenciar entre pacientes que experimentan cambios cognitivos asociados al proceso normal de envejecimiento y aquellos relacionados con demencia, principalmente con enfermedad de Alzheimer. Puede ser administrado por personal poco entrenado y puntuado objetivamente a través de los distintos subtests que lo componen. Tiene 4 tareas para evaluar diferentes áreas cognitivas comprometidas:

- 1) Memoria. El profesional presenta 16 láminas con dibujos y da claves sobre la categoría semántica de la palabra que la persona debe memorizar en cada una. Posteriormente, se le solicita que las recuerde (memoria libre) y cuando no logra recordar más se le facilita la clave semántica.
- 2) Fluencia verbal. La persona tiene que nombrar todos los animales posibles en un minuto.
- 3) Capacidad visoespacial y visoconstructiva. Se evalúa a través del dibujo del reloj.
- 4) Orientación temporal

Esta prueba tiene una alta sensibilidad (92,9%) y especificidad (93,5%) para la detección de demencia de tipo Alzheimer (Quijano, T, 2004; Solomon et al., 1998), capacidad diagnóstica para las fases tempranas de demencias en general e incluso es mejor predictor que el MMSE en la diferenciación de demencias de tipo no Alzheimer y sujetos sanos (Meulen et al., 2004). Sin embargo, no hay publicado ningún punto de corte para el DCL (Montenegro Peña et al., 2012).

4. Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE)

Addenbrooke's Cognitive Examination (Mathuranath, Nestor, Berrios, Rakowicz, & Hodges, 2000) es otra de las pruebas de screening actuales más utilizadas creada con el objetivo de detectar las fases iniciales de demencia y poder diferenciar entre la enfermedad de Alzheimer y la demencia frontotemporal.

Se han desarrollado varias versiones de la prueba original con el fin de mejorar la administración de la prueba original, facilitar su uso transcultural e incrementar su nivel de sensibilidad y especificidad. Inicialmente se creó el Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised (ACE-R) (Mioshi, Dawson, Mitchell, Arnold, & Hodges, 2006),

una versión revisada de la prueba original y, posteriormente, el ACE-III (Hsieh, Schubert, Hoon, Mioshi, & Hodges, 2013; Matias-Guiu et al., 2017). Ambas versiones han mostrado alta precisión diagnóstica, si bien es cierto que ésta es mayor en la última versión de la prueba (Mathuranath et al., 2000; Hsieh et al., 2013; Noone, 2015; Elamin, Holloway, Bak, & Pal, 2016; Matias-Guiu et al., 2017).

El ACE-III evalúa cinco dominios cognitivos: atención, memoria, fluencia verbal, lenguaje y función visoespacial, mediante diferentes tareas.

- 1) Atención (18 puntos):
 - a. Orientación espacial y temporal
 - b. Repetición de 3 ítems
 - c. Cálculo: sustracciones seriadas
- 2) Memoria verbal (26 puntos):
 - a. Recuerdo de los 3 ítems anteriores (1b)
 - b. Memoria anterógrada: nombre de una persona y su dirección
 - c. Memoria retrógrada: nombres de presidentes del gobierno
 - d. Recuerdo libre de nombre y dirección
 - e. Reconocimiento de nombre y dirección
- 3) Fluencia verbal (14 puntos):
 - a. Fluencia fonológica: F,A,S
 - b. Fluencia semántica: animales y frutas
- 4) Lenguaje (26 puntos):
 - a. Comprensión de ordenes
 - b. Escritura
 - c. Repetición de palabras
 - d. Repetición de refranes
 - e. Denominación visuoverbal
 - f. Lectura de palabras irregulares
- 5) Función visoespacial (16 puntos):
 - a. Praxis constructiva: intersección de símbolos infinitos y cubo.
 - b. Test del reloj
 - c. Contar puntos
 - d. Letras incompletas

La puntuación máxima del ACE-III es 100 y una mayor puntuación equivale a un mejor funcionamiento cognitivo. El test también permite la obtención de puntuaciones independientes para los diferentes dominios cognitivos evaluados. Cada una de estas puntuaciones puede aportar mayor información en algunos casos concretos, por ejemplo la puntuación del ACE en la subescala de Memoria es la puntuación más útil para la detección de la enfermedad de Alzheimer en fase CDR 0.5 y, junto con ACE-total, es la puntuación más útil para la detección de enfermedad de Alzheimer en fase CDR 1 (Matias-Guiu et al., 2016).

Las diferentes versiones de esta prueba han sido adaptadas a varios países e idiomas, incluido el español (Bobadilla et al., 2015; Bruno et al., 2017; César, Yassuda, Porto, Brucki, & Nitrini, 2017; R. Fang et al., 2014; Yoshida et al., 2012). Recientemente, también se ha desarrollado una versión reducida de esta prueba, el Mini-Addenbrooke's Cognitive Examination (Hsieh et al., 2015) considerada como una de las pruebas de screening con mayor sensibilidad para el diagnóstico de DCL, incluso por encima del MMSE (Larner, 2015; Wojtowicz & Larner, 2017).

5. El Short Portable Mental Status Questionnaire (SPMSQ)

Esta prueba (Pfeiffer, 1975) es utilizada en personas mayores con bajo nivel educativo. Es fácil de administrar y está compuesta por 10 ítems que evalúan:

- 1) Orientación
- 2) Memoria de evocación
- 3) Cálculo
- 4) Atención.

Se puntúa adjudicando un punto por cada error, y el punto de corte para el DCL es de 3-4 errores. Fundamentalmente es utilizado para diferenciar entre sujetos cognitivamente sanos y aquellos que presentan demencia (Erkinjuntti, Sulkava, Wikström, & Autio, 1987; Wolber, Romaniuk, Eastman, & Robinson, 1984).

En estudios realizados sobre su adaptación y validación a la población española se consideró como una prueba de screening sencilla, rápida y aceptable para la detección de deterioro cognitivo en etapas iniciales (Martínez et al., 2001). No obstante, estudios

posteriores han reportado una baja sensibilidad y especificidad sobre todo en pacientes con un nivel de escolaridad inferior a los 6 años (Malhotra et al., 2013).

6. Otras pruebas menos utilizadas

Prueba de Leganés (PCL)

El PCL (De Yébenes et al., 2003) es una prueba diseñada para evaluar la función cognitiva en personas mayores con bajo nivel educativo o analfabetismo, ya que no depende de la capacidad de escribir o leer, ni contiene ítems relacionados con el cálculo, el pensamiento abstracto o el dibujo. El objetivo de esta prueba es la diferenciación entre sujetos con demencia y aquellos con declive cognitivo asociado a la edad. Incluye 32 ítems y se puntúa otorgando un punto por cada uno de los ítems correctos. Su aplicación dura entorno a unos 10-12 minutos y evalúa diferentes aspectos:

1) Orientación:

- Espacial: ciudad y dirección
- Temporal: fecha, día de la semana y hora
- Información personal: edad, fecha completa de nacimiento y nombre de la madre.

2) Denominación

- Nombrar seis objetos comunes representados en una línea de dibujos.

3) Memoria:

- Recuerdo libre inmediato de los seis objetos nombrados.
- Recuerdo demorado de los seis objetos a los 5 minutos después de ser presentados.
- Memoria lógica: recuerdo libre inmediato

Eurotest

El Eurotest (Carnero-Pardo & Montoro-Ríos, 2004) es una prueba de screening rápida y ecológica destinada al diagnóstico de demencia. Se basa en la utilización de monedas de euro y no incluye tareas en lápiz y papel. Su desarrollo se llevó a cabo en base al original *Test de las Monedas* en el cual se utilizaban monedas españolas (Carnero-Pardo, Lendínez-González, & Navarro-González, 1999). No depende de nivel educativo,

por lo que puede aplicarse a personas analfabetas sin ningún problema. Su aplicación es apta para cualquier país que disponga del euro como moneda oficial y además puede adaptarse con facilidad a otros sistemas monetarios (Iturra-Mena, 2007). La duración aproximada es de 8 minutos y evalúa diferentes funciones cognitivas: memoria, función ejecutiva (cálculo y resolución de problemas) y habilidades instrumentales de la vida diaria. Consta de tres partes:

- 1) Evaluación del nivel de conocimiento de distintos tipos de monedas y billetes (15 puntos)
- 2) Tareas de cálculo con monedas de dificultad creciente (10 puntos)
- 3) Evaluación del recuerdo de las monedas empleadas en la segunda parte tras una tarea distractora de fluidez verbal semántica (10 puntos)

La presencia de deterioro cognitivo viene indicado por la puntuación igual o inferior a 23 sobre un total de 35 puntos.

Ha mostrado ser válida para la discriminación entre sujetos sanos y personas con demencia (Carnero-Pardo et al., 2011), y su aplicación es rápida y ecológica (Carnero-Pardo & T Montoro-Ríos, 2004).

Mini-Cog

El Mini-Cog (Borson, Scanlan, Brush, Vitaliano, & Dokmak, 2000) es una prueba muy breve (3 min) desarrollada para la detección de demencia en la atención primaria. Incorpora la prueba de dibujo del reloj y una prueba de memoria verbal que implica el aprendizaje de tres palabras con su correspondiente recuerdo libre posterior.

Estudios previos sobre el Mini-Cog han reportado una alta sensibilidad y una especificidad moderada para la detección de demencia en contextos de atención primaria (Kamenski et al., 2009). No obstante, es una prueba con valores de sensibilidad inferiores al MMSE para la detección de deterioro cognitivo y los limitados estudios de comparación con otras pruebas de screening hace que su uso no sea muy recomendado en los servicios de atención primaria (Carnero-Pardo et al., 2013; Fage et al., 2015).

2.2.2. Pruebas de screening específicas

Las pruebas de screening específicas son aquellas que se utilizan cuando los resultados en las pruebas de cribado general reflejan la existencia de deterioro cognitivo y es necesario dilucidar qué áreas están afectadas y en qué medida. No obstante, también son utilizados en aquellos casos en que el clínico mantiene cierta sospecha de déficit a pesar de no haber indicios claros. Permiten evaluar funciones cognitivas específicas (memoria, atención, funciones ejecutivas, etc.) aunque, indirectamente, se puede obtener información del rendimiento en otros dominios relacionados que se ponen en marcha durante la realización de las tareas. Algunas de las más utilizadas se describen a continuación.

1. Test del reloj

El Test del reloj (Brodaty & Moore, 1997; Critchley, M, 1953) se basa, como su propio nombre indica, en el dibujo por parte del paciente de un reloj que contenga todas las horas y las manecillas marcando una hora determinada. Su realización es sencilla y la puntuación se establece en función del cumplimiento adecuado de tres aspectos: esfera, números y manecillas. Ha sido muy utilizada en el diagnóstico de la enfermedad de Alzheimer y otros tipos de demencia ya que ofrece información útil sobre la capacidad visoespacial, visoconstructiva, y funciones ejecutivas, pero no permite realizar una adecuada detección del DCL (Cacho et al., 2010; Powlishta et al., 2002). Generalmente, suele aplicarse como complemento de otros test breves ya que aporta una valoración objetiva del estado de dominios cognitivos diferentes a la memoria cuya exploración resulta necesaria en caso de sospecha de deterioro.

No obstante, la utilización de este test resulta poco apropiada en personas analfabetas o con problemas de destreza manual dado que su ejecución requiere de habilidades gráficas por parte del paciente (Olazarán et al., 2016).

2. Phonemic and Semantic Verbal Fluency Test/Test de Fluidez Verbal Fonológica y Semántica

Los tests de fluidez verbal son otras de las pruebas más utilizadas a día de hoy para discriminar entre sujetos sanos, con DCL o con demencia. Evalúan capacidades lingüísticas y función ejecutiva y según la ejecución del paciente se valora si es necesaria

una valoración más profunda de dichos dominios. Existen varias modalidades: fonológica, semántica o la aplicación complementaria de ambas. El más utilizado es el FAS + Animales + Frutas y consiste en la evocación por parte del paciente de la mayor cantidad de palabras que pueda que comiencen por F, A, S y palabras que pertenezcan a dos categorías: animales y frutas. Cada consigna se evalúa de manera independiente y el tiempo del que se dispone para cada una de ellas es de 60 segundos.

Hay estudios que reportan la discriminación entre DCL y sujetos sanos a través de pruebas de fluidez por categorías (animales, frutas, medios de transporte...), siendo la categoría de animales, aplicada de manera independiente o combinada con la FAS-COWAT (Controlled Oral Word Association Test), la que mejor discriminación tiene (Mirandez, Aprahamian, Talib, Forlenza, & Radanovic, 2017).

3. Fototest (FT)

El FT (Carnero, 2004) permite evaluar, de manera rápida (unos cuatro minutos) y sencilla, varios dominios cognitivos: lenguaje, función ejecutiva y memoria episódica. Tiene dos versiones, aunque la más utilizada en España es la forma A, y puede aplicarse a personas con bajo nivel educativo o analfabetos. Se compone de tres tipos de tareas:

- 1) Tarea de nombramiento: consiste en mostrar al sujeto unas láminas con 6 fotografías en color de objetos reales comunes para que las denomine de forma consecutiva conforme el examinador las va señalando.
- 2) Fluidez verbal: en esta parte se introduce una tarea distractora de fluidez verbal en la cual la persona tiene que evocar nombres de personas agrupadas por sexo y que no supone más de 2 minutos.
- 3) Recuerdo libre y facilitado: se le pide que trate de recordar las fotos de la lámina de manera espontánea y, para los ítems en que esto no ocurre o lo hace erróneamente, se le facilita como clave la categoría a la cual pertenecen esas fotos. En todo momento se van registrando las respuestas y se otorga un punto por cada acierto.

Se han realizado varios estudios de validación sobre el FT en los que se ha reportado una utilidad diagnóstica similar al MEC para la detección de demencia (sensibilidad de 84% y especificidad de 85,65% para el TF frente a sensibilidad de 87% y

especificidad 92% para el MEC) (Sánchez, Muñoz, López, Rodríguez, & Mazuecos, 2007).

4. Memory Impairment Screen (MIS)

El MIS (Buschke et al., 1999) es un test breve (aproximadamente de 4 minutos) que evalúa exclusivamente memoria. Consta de tres fases:

- Fase de aprendizaje. En primer lugar, la persona evaluada debe leer en voz alta cuatro palabras que posteriormente son asociadas a cuatro categorías diferentes.
- Fase distractora. Durante aproximadamente 2 minutos, la persona debe realizar una tarea distractora que consiste en contar hacia adelante y hacia atrás.
- Fase de recuerdo. En esta última fase la persona tiene que recordar las palabras que aprendió, primero mediante recuerdo libre y luego a través de la facilitación de claves categóricas.

La adaptación española del MIS ha mostrado ser una herramienta de evaluación poco costosa y con mayor poder discriminatorio para demencia y deterioro cognitivo que el MMSE (Pérez-Martínez, Baztán, González-Becerra, & Socorro García, 2005). Los inconvenientes fundamentales que presenta es que sólo evalúa memoria y que no es aplicable a personas analfabetas puesto que exige un mínimo nivel de lectura

5. Rivermead Behavioural Memory Test (RBMT)

Otra herramienta con capacidad de screening pero menos utilizadas hasta el momento es el Rivermead Behavioural Memory Test (RBMT) (Wilson, Baddeley, & Cockburn, 1985; Wilson, Cockburn, Baddeley, & Hiorns, 1989). Es una batería ecológica breve que permite predecir el funcionamiento de la memoria del sujeto en la vida diaria (Bolló-Gasol, Piñol-Ripoll, Cejudo-Bolivar, Llorente-Vizcaino, & Peraita-Adrados, 2014). No evalúa si la persona puede realizar o no la tarea a través de un esquema concreto sino cómo la realiza y la repercusión que tiene la alteración de la memoria en su funcionamiento cotidiano. Se administra de forma rápida y sencilla, y consta de 4 formas paralelas con actividades familiares que permiten ver si se producen cambios a través del tiempo sin generar frustración en las personas evaluadas.

A través de esta batería se evalúa orientación y diferentes tipos de memoria: prospectiva, retrospectiva y visuoespacial, tanto a corto y largo plazo como de reconocimiento. Consta de 12 subtests (Steibel, Olchik, Yassuda, Finger, & Gomes, 2016):

- 1) Recordar el nombre del personaje de una fotografía transcurridos unos 20 minutos desde su presentación.
- 2) Recordar el apellido del personaje de una fotografía transcurridos unos 20 minutos desde su presentación.
- 3) Recordar un objeto personal escondido y su localización.
- 4) Recordar pedir una cita al sonar una alarma a los 20 minutos.
- 5) Reconocer 10 dibujos presentados de un total de 20 presentados con anterioridad.
- 6) Recordar de manera inmediata y en diferido una historia/noticia que cuenta con 21 ideas.
- 7) Reconocer 5 fotografías de caras presentadas previamente, de un total de 10.
- 8) Recordar de manera inmediata un recorrido
- 9) Recordar a largo plazo el mismo recorrido presentado con anterioridad.
- 10) Recordar a corto y largo plazo un mensaje.
- 11) 9 preguntas de orientación
- 12) Recordar la fecha.

Existen estudios que han mostrado la utilidad del RBMT para la evaluación del DCL (Adachi et al., 2013). Un estudio reciente llevado a cabo por Fong et al., (2017) reveló que el RBMT-3 tenía una alta sensibilidad para la discriminación entre personas con leve y moderada demencia, leve demencia y DCL, y DCL y sujetos sanos (Fong et al., 2017).

2.2.3. Pruebas específicas para DCL

Como comentamos con anterioridad hay pocas pruebas de evaluación destinadas a la detección específica de DCL. La combinación de medidas de screening general y de pruebas específicas para la evaluación de las distintas funciones cognitivas, permite corroborar la existencia o ausencia del trastorno (Mora-Simón et al., 2012). Esto puede deberse, no solo a que las pruebas resulten inadecuadas sino, a que la conceptualización

de DCL siga siendo utilizada de manera diferente en los distintos estudios (Ritchie & Ritchie, 2012).

En la actualidad, se han desarrollado algunos tests breves cuya finalidad es confirmar la sospecha de la existencia de un subtipo concreto de DCL mediante la evaluación de las funciones cognitivas propias de dicho subtipo. El problema es que la mayoría de estas pruebas se han centrado en el DCL de tipo amnésico. A continuación se detallan algunas de ellas.

1. Florida Brief Memory Screen (FBMS)

El FBMS (Loewenstein et al., 2009) es un test de screening cuya aplicación requiere entre 3-4 minutos. Evalúa la memoria a través de una tarea en la que se pide a los sujetos que recuerden 15 palabras que pertenecen a tres categorías semánticas comunes (frutas, instrumentos musicales y ropa). Antes de comenzar la tarea se les informa de las categorías y, posteriormente, se muestran las palabras de una en una de manera visual durante 4 segundos para que las lea en voz alta. En caso de que la persona tenga dificultad para leer, el examinador debe leer la palabra en voz alta para y le pide que la repita. Las palabras se presentan alternando las categorías de manera que no haya dos consecutivas de la misma. Luego se pide que las recuerde.

La utilidad de la prueba ha quedado demostrada en el estudio piloto llevado a cabo por Loewenstein donde obtuvo una sensibilidad del 82.6% y una especificidad de 87.5% para la detección de personas con DCL de habla española e inglesa.

2. Memory Alteration Test (MAT)

El MAT ha sido diseñado para el cribado y la discriminación del DCL-a y la EA (Rami, Molinuevo, Sanchez-Valle, Bosch, & Villar, 2007). Comprende un mínimo de 33 y un máximo de 43 preguntas dependiendo del éxito del recuerdo libre de la persona. Evalúa cinco habilidades cognitivas: codificación, orientación, memoria semántica, recuerdo libre y recuerdo con claves, con intervalos de recuperación de 10 minutos. La puntuación total máxima es 50.

Esta prueba ha sido desarrollada y validada en España (Rami, Bosch, Sanchez-Valle, & Molinuevo, 2010; Rami et al., 2007) e incluso hay estudios que afirman su capacidad de discriminación entre DCL-a, EA y personas cognitivamente sanas (Custodio et al., 2014) y aquellas con bajo nivel educativo (Custodio et al., 2017). También ha sido traducida y adaptada al inglés.

3. Test Your Memory (TYM)

El TYM (Brown, Pengas, Dawson, Brown, & Clatworthy, 2009) es un cuestionario de autoadministración, con 10 tareas que miden: orientación, memoria, cálculo, fluidez, denominación, tareas visoespaciales y razonamiento. El tiempo para el recuerdo a largo plazo es de 10 minutos y la puntuación total máxima es de 50.

Evalúa más dominios cognitivos que el MAT. No obstante, su sensibilidad y especificidad como medida de diagnóstico del DCL-a es inferior a este (Ozer et al., 2016).

2.3.Herramientas de evaluación cognitiva por ordenador para DCL

Durante las últimas décadas, el avance en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la falta de accesibilidad o de tiempo en las consultas médicas, ha facilitado el desarrollo de herramientas de evaluación neuropsicológica a través de software y plataformas online. La Asociación Americana de Psicología (APA) presentó en 1986 las “Pautas para Pruebas e Interpretaciones Basadas en Ordenador” con el objetivo de garantizar que los tests informatizados cumplieran los requisitos esperables para cualquier instrumento científico: principios éticos, profesionales y técnicos de las pruebas y su interpretación (Schoenfeldt, 1989). Entre las recomendaciones aportadas se incluyen: retroalimentación, fiabilidad, equivalencia en la oportunidad de cambio y tiempos de respuestas, en los puntajes promedio, las desviaciones estándar y la clasificación de los examinados, privacidad y confidencialidad, etc. (B. F. Green, 1991; Russell, Goldberg, & O’connor, 2003).

Teniendo en cuenta estos requisitos se pretende que las pruebas de evaluación computarizadas cubran las limitaciones que presentan las pruebas estándares de lápiz y papel, tales como (Canini et al., 2014; Zygouris & Tsolaki, 2015):

- ✓ Larga duración de la evaluación
- ✓ Necesidad de personal especializado en la administración y corrección de pruebas
- ✓ Falta de formas alternativas de las pruebas para evaluaciones en cortos períodos de tiempo
- ✓ Sesgo de los evaluadores

- ✓ Falta de control preciso del tiempo, tanto de la presentación de los estímulos como de las respuestas
- ✓ Mayores costos económicos

Hasta el momento, numerosos autores enfatizan la idea de que siendo las evaluaciones computarizadas equivalentes a las tradicionales, las primeras son más útiles en la precisión de las medidas, la minimización de la subjetividad, la calificación automática y la reducción del impacto que tienen los examinadores para los participantes (Butcher, 2003; Letz, 1991; Lezak, 1995). Además, estas medidas son capaces de detectar el deterioro cognitivo en personas con distintos grados de déficit (sanos, DCL o EA) (Dougherty et al., 2010). No obstante, hay muy pocos artículos publicados con datos psicométricos bien estructurados y con limitaciones importantes en cuanto a índices de confiabilidad y validez (Marques-Costa, Almiro, & Simões, 2018).

Las pruebas computarizadas más comúnmente utilizadas en mayores, se describen a continuación.

1. Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) (<http://www.cambridgecognition.com/cantab/>). La batería automatizada de pruebas neuropsicológicas Cambridge incluye varias pruebas que evalúan memoria visual, procesamiento de la información, función ejecutiva, atención, rapidez psicomotora, memoria semántica, memoria verbal, toma de decisiones y control de la respuesta, cognición social y emocional, etc.

Las pruebas son de tipo no verbal y están exentas del efecto de la cultura. Las respuestas por parte de los usuarios se hacen de manera táctil (tocando la pantalla del ordenador), es administrada por un técnico previamente preparado para ello y es necesaria la ayuda de un especialista para la interpretación de los resultados.

La duración de la aplicación depende de los subtests o las baterías aplicadas.

Esta plataforma está disponible para distintos tipos de trastornos (Bartók, Berecz, Glaub, & Degrell, 2005; De Luca et al., 2003; Rhodes, Riby, Matthews, & Coghill, 2011; Saunders & Summers, 2010; Tyson, Laws, Roberts, & Mortimer, 2005; Weiland-Fiedler et al., 2004) y en función del área terapéutica (EA, trastornos de déficit de atención, epilepsia, traumatismos

craneoencefálicos, accidentes cerebrovasculares, etc.) la batería estará compuesta por unas pruebas determinadas u otras.

En lo que respecta a DCL esta batería ha demostrado ser sensible en la diferenciación con respecto a personas con EA. En un estudio llevado a cabo por Égerházi, Berecz, Bartók, & Degrell (2007) con dos grupos de pacientes, uno con EA y otro con DCL, el rendimiento en todas las pruebas fue más bajo para el primer grupo. Además, ambos grupos rindieron mucho peor especialmente en la prueba de “aprendizaje asociado emparejado” con respecto a personas cognitivamente sanas. En otro estudio más reciente, la batería mostró una sensibilidad del 72%, una especificidad del 83%, y alcanzó una precisión predictiva del 80% en la detección de DCL frente a controles sanos a través de tres pruebas de memoria episódica (Juncos-Rabadán et al., 2014). No obstante, si la edad y la educación son controladas, las subpruebas de la CANTAB parecen mostrar asociaciones moderadas con pruebas neuropsicológicas tradicionales (P. J. Smith, Need, Cirulli, Chiba-Falek, & Attix, 2013).

2. CogState (<https://www.cogstate.com/>). La batería incluye 8 pruebas que evalúan: velocidad de procesamiento de la información, atención, toma de decisiones, memoria de trabajo, atención y aprendizaje visual, y memoria episódica. Además, proporciona información sobre el tiempo de reacción, la precisión y la tasa de error de cada tarea (Gigler et al., 2013). Las instrucciones aparecen en la pantalla del ordenador y las personas deben utilizar dos teclas para dar respuesta a los estímulos que se le presentan. Su duración es de aproximadamente entre 15 y 25 minutos, en función de si se utiliza la versión estándar o corta de la batería, y tiene formas equivalentes de las pruebas para minimizar el efecto de aprendizaje.

CogState ha mostrado ser factible, aceptable y válida en personas mayores tanto en formato ordenador como iPad (Mielke et al., 2015). Tiene una buena capacidad de discriminación entre personas cognitivamente sanas y personas con DCL. Su sensibilidad es del 78% y su especificidad del 90%. Además ha mostrado correlaciones significativas con el HVLT-R e incluso con la versión abreviada de la escala de actividades de la vida diaria de Cambridge (de Jager, Schrijnemaekers, Honey, & Budge, 2009).

3. Automated Neuropsychological Assessment Metrics (ANAM) (<http://vistalifesciences.com/anam-faqs>). Es una plataforma de pruebas de evaluación neuropsicológica que se puede administrar a través de un ordenador de escritorio o portátil con sistema operativo MS Windows. Incluye 22 pruebas, con múltiples formas alternativas, que se pueden agrupar en baterías flexibles o estandarizadas, y deben ser aplicadas por un técnico previamente entrenado para ello. Las funciones cognitivas evaluadas son atención, concentración, tiempo de reacción, memoria, velocidad de procesamiento y toma de decisiones y ofrece puntuaciones sobre el número de aciertos, los tiempos de respuesta, el rendimiento, etc. No obstante, no es una herramienta de diagnóstico en sí, sino que ofrece información útil que debe contrastarse con otras medidas clínicas.

Las respuestas se registran a través del ratón, el teclado del ordenador o del reconocimiento por voz. Su duración está en torno a los 20 minutos para la parte central de la prueba y 45-60 minutos para la batería general.

Ha sido usada en diferentes tipos de poblaciones: esclerosis múltiple, lupus, parkinson, demencia, etc., donde se ha encontrado que tiene una buena sensibilidad y especificidad para identificar pacientes con deterioro neurocognitivo (Kane, Roebuck-Spencer, Short, Kabat, & Wilken, 2007), y además, presenta una buena validez concurrente con respecto a pruebas tradicionales (Jones, Loe, Krach, Rager, & Jones, 2008). En un estudio llevado a cabo por Levinson, Reeves, Watson, & Harrison (2005) la exactitud para clasificar correctamente a los participantes en sus grupos (EA y controles) fue del 93.8%, y la eficiencia fue del 100%.

4. CNS Vital Signs (<https://www.cnsvs.com/>). Es una batería de screening autoadministrada mediante un ordenador que se compone de 7 pruebas que evalúan: memoria verbal y visual, velocidad psicomotora, tiempo de reacción, flexibilidad cognitiva, y atención compleja. Las pruebas de memoria se presentan en formato de reconocimiento, es decir, no hay medida de recuerdo libre y las respuestas se realizan a través del teclado del ordenador. Su duración es de 30 minutos. No es una herramienta de diagnóstico, no obstante, sus propiedades psicométricas son similares a las tests neuropsicológicos

tradicionales en los que se ha basado, no se han tenido en cuenta de manera rigurosa, tiene una alta sensibilidad al deterioro que se produce en pacientes con demencia y pacientes con traumatismos craneoencefálico y además, las tareas son altamente confiables (test-retest, $r = 0.65$ a 0.88) (Gualtieri & Johnson, 2006). La CNS ha mostrado validez predictiva con respecto a DCL y demencia leve: sensibilidad 90% y especificidad 82% (Gualtieri & Johnson, 2005).

5. Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment (CAMCI) (<https://pstnet.com/products/camci-research/>) (Saxton et al., 2009; Tierney & Lermer, 2010). Es una prueba autoadministrada que se realiza mediante ejercicios simples en una tablet y que ofrece de manera automática una puntuación sobre el estado cognitivo. Las instrucciones se presentan tanto visual como oralmente y las respuestas se realizan mediante un teclado que se activa tras la presentación de las instrucciones. En la actualidad no hay formas alternativas de la prueba y está compuesto por dos tipos de actividades. El primero de ellos consiste en una serie de pruebas agrupadas en diferentes dominios cognitivos: atención, función ejecutiva, memoria y velocidad de procesamiento. El segundo consiste en ejercicios de realidad virtual en los que la persona tiene que realizar una serie de tareas como comprar o ir al banco. En un estudio llevado a cabo con 524 sujetos esta prueba mostró una sensibilidad del 86% y una especificidad del 94% en la detección de DCL frente al MMSE que fue relativamente insensible a esta detección (Saxton et al., 2009).
6. MicroCog (<https://www.pearsonclinical.com/psychology.html>). Consiste en una batería neuropsicológica autoadministrada en formato software que se utiliza a través de un ordenador estándar. Está compuesta por 18 subtests que evalúan: memoria, razonamiento y cálculo, atención y control mental, habilidades visoespaciales y tiempo de reacción. Las instrucciones y todos los estímulos se presentan a través de la pantalla y solo requiere una breve orientación por parte de un asistente técnico. Las respuestas siguen el formato de opción múltiple y el usuario debe usar unas teclas determinadas para ello. La mayoría de las respuestas se califican en función de la exactitud y la velocidad de

respuesta, y al finalizar el test los resultados aparecen en la pantalla. La duración de la prueba es de 30-45 minutos para la forma corta y 60-90 minutos para la forma estándar. No es específica para personas con DCL, pero sí que es útil para realizar un screening de demencia (Elwood, 2001). En el estudio de validación de la prueba, anteriormente denominada ACS, discriminó a los pacientes con demencia de los controles con una sensibilidad de .98 y una especificidad de .83 (Green, Green, Harrison, & Kutner, 1994).

7. Computer Administered Neuropsychological Screen for Mild Cognitive Impairment (CANS-MCI) (Tierney & Lerner, 2010; Tornatore, Hill, Laboff, & McGann, 2005). Esta prueba autoadministrada utiliza un monitor de pantalla táctil y las instrucciones se presentan tanto de manera visual como oral. Solo hay una forma de la prueba y consta de 10 tareas que evalúan diferentes dominios cognitivos: función ejecutiva (control mental y habilidades espaciales), fluidez verbal y memoria (recuerdo inmediato y reconocimiento de palabras). Tras ello se calculan las puntuaciones para cada dominio y la probabilidad de DCL. El tiempo de duración de la prueba es de aproximadamente unos 30 minutos.

La CANS-MCI ha mostrado una sensibilidad de 89% y una especificidad del 73% para discriminar entre sujetos sanos y personas con DCL, datos similares a pruebas tradicionales como el MMSE y el MoCA (Ahmed, de Jager, & Wilcock, 2012). Estos resultados son similares a otro estudio donde se encontró una sensibilidad del 86% y una especificidad del 94% (Saxton et al., 2009).

8. Cognifit (<https://www.cognifit.com/es>). Es una plataforma online que contiene diferentes tareas de evaluación para identificar la existencia de deterioro o no en funciones tales como: memoria, atención/concentración, percepción, velocidad de procesamiento, funciones ejecutivas, planificación y coordinación, etc. Permite medir diferentes componentes cognitivos a través de la misma tarea y cada una de las funciones recibe una puntuación separada calculada a partir de los valores brutos de cada tarea. Posteriormente, se da feedback sobre el rendimiento, tanto a los propios usuarios como a los profesionales que lo requieran, a través de la generación automática de un

informe con el perfil neurocognitivo. De esta manera, permite detectar tanto las debilidades y fortalezas en diferentes funciones como la evolución de las mismas cuando se aplica alguna intervención. No obstante, no es una herramienta de diagnóstico sino que puede ser utilizada de forma complementaria a la evaluación por parte de profesionales.

Su duración está en torno a 30-40 minutos dependiendo de las pruebas o baterías empleadas, se puede realizar desde casa y está disponible en más de 15 idiomas.

9. Mindstreams (<http://www.neurotrax.com/>). Consiste en una batería en formato software que incluye diferentes subtests para evaluar atención, memoria verbal y no verbal, función ejecutiva, fluencia verbal, procesamiento de la información y habilidades viso-espaciales. Las instrucciones se presentan a través de la pantalla y las respuestas se dan a través del ratón o el teclado numérico del ordenador. Las pruebas se adaptan al nivel de dificultad en función del rendimiento, y los datos recogidos se envían a un servidor central donde se calcula la puntuación. Hay varias formas alternativas de las pruebas para minimizar los efectos de aprendizaje y los ejercicios se ajustan en función del rendimiento. El tiempo de administración es de aproximadamente 45-60 minutos. Mindstream ha mostrado tener una buena validez discriminativa para personas cognitivamente sanas, con DCL y con EA (Dwolatzky, 2011; Dwolatzky et al., 2003). En un estudio llevado a cabo por Doniger, Jo, Simon, & Crystal, (2009) los participantes con DCL tuvieron un peor rendimiento en todos los dominios cognitivos evaluados que los participantes cognitivamente sanos con diferencias significativas en memoria, función ejecutiva y rendimiento general de la batería.

10. Computerized Neuropsychological Test Battery (CNTB). El CNTB (Veroff et al., 1991; Wild, Howieson, Webbe, Seelye, & Kaye, 2008) es un software que consta de 11 subtests que evalúan: rapidez motora, procesamiento de la información, atención, memoria verbal y espacial, lenguaje y habilidades visoespaciales. Cada prueba se administra en un orden y duración estandarizada, esto es, el ordenador controla la secuencia de administración de las mismas y la duración de presentación de cada estímulo, y en las pruebas de

aprendizaje de palabras, el técnico lee las palabras que aparecen en la pantalla, por lo que no es una batería automática autoadministrada. Las respuestas por parte del usuario solo requieren el uso de una respuesta clave, señalando con el dedo o comunicándola al técnico en voz alta, señaladas o habladas que ingresa el técnico. Mediante los datos registrados se calculan medias, desviaciones estándar y porcentajes para cada tipo de respuesta. Tiene múltiples formas y se administra en aproximadamente 50 minutos por un asistente técnico. Ha mostrado que las puntuaciones obtenidas muestran sensibilidad a la severidad del deterioro neuropsicológico, discriminando entre sujetos cognitivamente sanos, DCL y personas con demencia (Veroff et al., 2009).

11. Otras herramientas de evaluación cognitiva por ordenador menos utilizadas.

- 1) *CANTAB Paired Associated Learning (CANTAB-PAL)* (<http://www.cambridgecognition.com/cantab/cognitive-tests/memory/paired-associates-learning-pal/>). Es una tarea específica de la batería CANTAB que evalúa memoria. Se muestran una serie de casillas en la pantalla que se abren aleatoriamente, con un determinado patrón. Posteriormente se muestran los patrones en el centro de la pantalla de uno en uno, y la persona debe seleccionar el cuadro en el que originalmente se encontraba el patrón. Si se comete algún error, los recuadros se abren nuevamente para recordarle al participante las ubicaciones de los patrones. Incluye puntuaciones sobre los errores, el número de repeticiones requeridas para realizar el patrón correctamente, la puntuación de memoria y las etapas completadas. Se puede cambiar el nivel de dificultad en función del tipo de población y la duración estimada es de 8 minutos. Ha reportado una sensibilidad del 81.8% y una especificidad de 97.2% para discriminar demencia temprana (Junkkila, Oja, Laine, & Karrasch, 2012) y sensibilidad de 96.9% y especificidad de 80.8% para demencia temprana y DCL (Aslam et al., 2017).

- 2) *The mobile screening test system for mild cognitive impairment (mSTS-MCI)*. El sistema de test de detección móvil para el deterioro cognitivo leve consta de ocho ítems para memoria, uno para atención y cuatro para

la función ejecutiva. La puntuación va de 0 a 28 y los puntajes más altos indican un mejor rendimiento cognitivo. La duración aproximada es de 10-15 minutos. Ha mostrado tener un alto grado de validez, confiabilidad y además, una alta predictibilidad en la detección de DCL (J.-H. Park et al., 2018).

- 3) *Computerized Cognitive Screen (CoCoSc)*. Esta prueba autoadministrada tiene seis subtests que evalúan: aprendizaje y memoria, funciones ejecutivas, orientación, atención, memoria de trabajo, y memoria prospectiva. Su duración aproximada es de 15 minutos. Las instrucciones se presentan en forma de grabaciones de voz y las respuestas se recogen a través de una pantalla táctil. El rango de puntuaciones oscila entre 0 y 49, y en la actualidad solo está en Chino, donde ha mostrado una sensibilidad de 0.78 para la detección de individuos con deterioro cognitivo y una especificidad de 0.69 (A. Wong, Fong, Mok, Leung, & Tong, 2017).
- 4) *CSI (Cognitive Stability Index)* (Erlanger et al., 2002). El índice de estabilidad cognitiva es una página web compuesta por 10 subtests que evalúan memoria, atención, velocidad de respuesta y velocidad de procesamiento. Las instrucciones se muestran escritas en la pantalla, pero es necesario que un asistente técnico esté presente para resolver cualquier duda. Las respuestas se realizan a través de algunas teclas determinadas. Su duración es de aproximadamente 25-35 minutos.

En resumen, no existen pruebas específicas para evaluar el DCL. No obstante, existen pruebas estándar que han mostrado ser válidas en el diagnóstico de este trastorno. En la actualidad, se están desarrollando software prometedores para la evaluación cognitiva en mayores.

CAPÍTULO 3

INTERVENCIÓN EN DCL

CAPÍTULO 3. Intervención en DCL

3.1. Estimulación y entrenamiento cognitivo tradicional para el DCL

Como hemos visto a lo largo de los capítulos, las quejas sobre deterioro cognitivo, especialmente de memoria, constituyen una de las causas principales de consulta en los centros de atención primaria, y en un alto porcentaje de la población puede comprometer problemas de independencia. La evaluación de las capacidades cognitivas resulta crucial para determinar la gravedad del deterioro y anticipar consecuencias negativas: desgaste personal y familiar, costo económico social, etc. No obstante, el fin último de dicha evaluación debe ser la intervención como forma de prevenir, retrasar o suplir el deterioro.

El cerebro humano, aún a edades avanzadas, mantiene la capacidad de adaptarse a los cambios del ambiente a pesar de enfrentarse a un declive en las capacidades cognitivas (Bherer, 2015; Feldman, 2009). Este fenómeno, denominado neuroplasticidad, se define como “la capacidad del cerebro para adaptarse a los cambios que se producen en el entorno a través de la modificación, reorganización y creación de conexiones neuronales” (Kraft, 2012; Zolyniak, Schulte-Göcking, & Kraft, 2014). En un estudio llevado a cabo por Schreiber & Schneider (2007) reportaron que dicha plasticidad se mantenía también en personas con DCL, lo que conlleva que esta población aún puede beneficiarse de las intervenciones encaminadas a revertir o enlentecer el deterioro cognitivo.

En las últimas décadas, las intervenciones no farmacológicas han reportado un importante respaldo científico como estrategias para la prevención y tratamiento del deterioro cognitivo (Pieramico, Esposito, Cesinaro, Frazzini, & Sensi, 2014; Ramos Cordero & Yubero, 2016; Smart et al., 2017; Teixeira et al., 2012). La estimulación y el entrenamiento cognitivo son las estrategias más utilizadas en personas mayores. Engloban todas aquellas actividades que tienen como objetivo ralentizar el deterioro o, mantener o mejorar el funcionamiento cognitivo mediante la realización de ejercicios de memoria, atención, concentración, lenguaje, razonamiento, etc. (Woods, Aguirre, Spector, & Orrell, 2012). El objetivo de ambos tipos de intervención es la prevención del deterioro y el mantenimiento de la función cognitiva, a diferencia de la rehabilitación que aborda directamente las deficiencias de la persona mediante un enfoque individualizado por parte del terapeuta (Clare & Woods, 2004).

Más específicamente, la estimulación cognitiva se dirige a aumentar el funcionamiento social y cognitivo usando un abordaje integral no específico, y normalmente se realiza de manera grupal. Por su parte, el entrenamiento cognitivo se basa más en la práctica guiada de un conjunto de tareas estándar para trabajar funciones cognitivas particulares, donde la complejidad de las tareas se ajustan en base al rendimiento y progresión de cada persona, y cuya realización es de manera individual (Clare & Woods, 2004).

A lo largo de los numerosos estudios enfocados al entrenamiento cognitivo tradicional se han implementado diferentes programas que varían en cuanto a los dominios entrenados, el número total, duración y frecuencia de las sesiones, la población a la que van dirigidos (DCL, demencia, personas cognitivamente sanas, etc.) el formato (individual o grupal) y la existencia o no de grupo control (Li et al., 2011). Así, por ejemplo, Wenisch et al., (2007) realizaron un estudio sobre la eficacia de un programa de estimulación cognitiva comparando dos grupos, uno con DCL y otro de personas sanas (control), donde se llevaron ejercicios de memoria, función ejecutiva y habilidades visoespaciales durante 12 sesiones de 90 minutos. Otros estudios en cambio, tienen una duración mayor, se focalizan en un único dominio cognitivo, no disponen de grupo control, etc. (Belleville, 2008; Hampstead, Sathian, Moore, Nalisnick, & Stringer, 2008; Knowles, 2010; Talassi et al., 2007). La mayoría de ellos han reportado resultados positivos para la mejora de la cognición y calidad de vida de personas cognitivamente sanas y con DCL (Barban et al., 2017; Belleville, 2008; Hampstead et al., 2008; Li et al., 2011; Martin, Clare, Altgassen, Cameron, & Zehnder, 2011; Novoa, Juárez, & Nebot, 2008). Así, por ejemplo, en una revisión realizada por Lí et al. (2011) los resultados mostraron que el entrenamiento cognitivo mejoraba distintas funciones cognitivas tales como memoria, lenguaje, función ejecutiva, habilidades visoespaciales, atención y velocidad de procesamiento, entre otras, así como la calidad de vida y la depresión en personas con DCL. A pesar de ello, no hay consenso sobre cuál es el método de entrenamiento más efectivo dada la enorme diversidad en las características de los entrenamientos a lo largo de los estudios (Papp, Walsh, & Snyder, 2009).

Para comprobar la eficacia los autores suelen acogerse a dos aspectos. El primero es la realización de evaluaciones antes y después de aplicar los programas mediante pruebas neuropsicológicas y/o imágenes por resonancia magnética (Engvig et al., 2010; Jak, 2011; Kim, Chey, & Lee, 2017), e incluso, seguimientos una vez transcurridos

algunos meses o años desde que finalizaron el entrenamiento (Ball et al., 2002; M. Valenzuela & Sachdev, 2009; Willis et al., 2006). El segundo, es la utilización de grupos controles para comparar los resultados de ambos. Generalmente, estos grupos realizan otro tipo de actividades diferentes al programa de entrenamiento como, por ejemplo, actividades físicas (Buschkuehl et al., 2008), actividades cognitivas alternativas (Jeong et al., 2016), sesiones de educación (Baliatti et al., 2016; Young, Ng, & Cheng, 2017) o, están en lista de espera y simplemente no llevan a cabo el entrenamiento (Reijnders, van Heugten, & van Boxtel, 2013; Tsolaki et al., 2011; Wagner et al., 2008). Otra opción es comparar el rendimiento de distintas poblaciones que ejecutan la misma intervención cognitiva, por ejemplo, DCL y sujetos sanos (Wenisch et al., 2007).

3.2. Estimulación y entrenamiento cognitivo por ordenador para el DCL

Basándose en el éxito del entrenamiento cognitivo tradicional para prevenir el deterioro y mantener el funcionamiento cognitivo, el uso de las TIC también ha facilitado la creación de nuevas herramientas que permiten la estimulación y entrenamiento cerebral a través del ordenador.

El número de programas de entrenamiento cognitivo por ordenador ha aumentado enormemente, pero los científicos debaten sobre su eficacia y sobre la transferencia de los beneficios a tareas no entrenadas relevantes para el funcionamiento diario (Buitenweg, Murre, & Ridderinkhof, 2012; Sandberg, Rönnlund, Nyberg, & Stigsdotter Neely, 2014; M. J. Valenzuela, 2008) . Muchos estudios han confirmado la efectividad de estos programas en la mejora del rendimiento cognitivo (Betances, Cabrera-Umpiérrez, & Arredondo, 2018; Peretz et al., 2011), algunos incluso por encima del entrenamiento tradicional (Finkel & Yesavage, 1989; Kueider, Parisi, Gross, & Rebok, 2012). En la revisión llevada a cabo por Tetlow & Edwards (2017) donde se tuvieron en cuenta estudios con ensayos controlados aleatorizados los programas mostraron evidencia de mejoras en ciertas funciones cognitivas (atención, velocidad de procesamiento y memoria viso-espacial) y tareas relevantes para la vida cotidiana de las personas mayores, datos que respaldan al mayor ensayo aleatorizado y controlado (ACTIVE) realizado hasta el momento con 2832 personas mayores de 65 años (Ball et al., 2002). No obstante, otros estudios al respecto, reportan que este tipo de intervención no tiene efecto sobre la mejora

del funcionamiento cognitivo. Esto se debe probablemente a que no se tienen en cuenta ensayos metodológicamente rigurosos (Gaitán et al., 2013; Howren et al., 2014).

Al igual que las plataformas de evaluación computarizada, las de entrenamiento presentan una serie de ventajas con respecto a las tradicionales (Lampit, Hallock, & Valenzuela, 2014; Rebok, Carlson, & Langbaum, 2007; Rodríguez & Marrón, 2009):

- Entrenamiento más adaptativo al nivel de rendimiento de cada persona.
- Interfaces adaptadas en cuanto a tamaño y tipo, y más divertidas y motivadoras, lo que equivale a una mayor adherencia a los programas.
- Posibilidad de adaptación de la presentación de los estímulos.
- Mayor rentabilidad costo/tiempo.
- Mayor accesibilidad: personas con acceso limitado por transporte, residencia o economía.
- Retroalimentación inmediata.

A continuación se detallan brevemente algunos de los programas informáticos que aparecen en la literatura científica.

1. Posit Science (Brain HQ) (<https://es.brainhq.com/>). Es una plataforma online diseñada para ejercitar atención, memoria, velocidad del procesamiento de la información, habilidades sociales, sentido de la orientación e inteligencia. Está compuesto por más de 20 ejercicios que se adaptan al nivel de rendimiento y preferencias de los usuarios. Algunos ejemplos de ejercicios son:
 - “Memory Grid” (memoria) donde el objetivo es unir cartas que representen sílabas juntas. Al marcar las cartas de una en una emiten un sonido, la persona debe emparejar dos con las mismas sílabas, trabajando de esta manera no solo la memoria sino también la agudeza auditiva.
 - “Divided Attention” (atención). En este ejercicio se muestran repetidamente dos formas en la pantalla, pidiéndole que presione la tecla de flecha izquierda cuando las dos cumplen ciertos criterios, por ejemplo, cuando las dos formas son del mismo color, pero la tecla de flecha derecha cuando no lo son.
 - “Eye for Detail” (rapidez cerebral). Se muestran brevemente, de una a una, una serie de 3 a 5 imágenes en diferentes posiciones en la pantalla. Algunas imágenes son iguales de forma precisa, mientras que otras son

similares pero no iguales. El objetivo es identificar dónde aparecieron las imágenes idénticas. A medida que mejora, las imágenes parpadean más rápidamente.

Posit Science permite, además, monitorear el rendimiento en cada ejercicio y tiene indicadores sobre el progreso: cuánto se ha entrenado, cuánto se ha mejorado, cuánto le falta y, si se desea, compararlo con el progreso de otros usuarios. Se puede controlar el tiempo de entrenamiento y programar recordatorios vía correo electrónico. Se puede realizar tanto mediante ordenador como iPad y su precio oscila los 12 euros al mes o 84 euros al año.

Es la plataforma de entrenamiento que más investigación rigurosa ha tenido (Shah, Weinborn, Verdile, Sohrabi, & Martins, 2017). En un estudio llevado a cabo por Smith-Ray, Irmiter, & Boulter (2016) se administró Posit Science 2 días a la semana durante un total de 10 semanas. A pesar del reducido tamaño de la muestra, los resultados fueron prometedores para la mejora de la cognición global y la depresión en personas con deterioro cognitivo leve y moderado.

2. Cognifit (<https://www.cognifit.com/es>) (Gigler, Blomeke, Shatil, Weintraub, & Reber, 2013). Tiene más de 30 ejercicios para entrenar diferentes funciones cognitivas tales como: memoria (visual y auditiva, verbal y no verbal, de trabajo, etc), atención (focalizada y dividida), percepción, razonamiento, planificación, flexibilidad cognitiva y coordinación. El tipo de actividades y los niveles de dificultad son escogidos directamente por el programa o por el terapeuta/investigador y se adaptan a las necesidades y características personales de cada usuario (edad, deterioro cognitivo, etc.), incrementando las exigencias cognitivas en función del rendimiento. Las tareas están diseñadas de manera similar a un juego de manera que sean agradables y faciliten la adherencia al entrenamiento, y las sesiones duran en torno a 20-30 minutos aproximadamente dependiendo del tipo y número de ejercicios seleccionados. Es necesario el uso del ratón y el teclado del ordenador y su precio oscila los 240 euros.

Un ejemplo de ejercicio es el de memoria de trabajo en el que se presenta en la pantalla una cuadrícula donde aparecen lunares en unos agujeros y la persona debe recordar el orden de aparición. Tras un tiempo determinado, debe marcar con el ratón los lunares en el orden en que aparecieron.

Ha sido validado en poblaciones con diferentes perfiles como, por ejemplo, mayores cognitivamente sanos (Shatil, 2013), personas con dislexia (Kraus & Breznitz, 2009), esclerosis múltiple (Shatil, Metzger, Horvitz, & Miller, 2010), insomnio (Haimov & Shatil, 2013) y personas con depresión (Preiss, Shatil, Čermáková, Cimermanová, & Ram, 2013). En cuanto a personas mayores sanas Cognifit ha reportado ser un entrenamiento cognitivo mucho más eficaz para mejorar atención y, aprendizaje y memoria de trabajo viso-espacial que otros tipos de intervenciones basadas en la realización de juegos de ordenador (Peretz et al., 2011). Estos resultados se ven confirmados por estudios posteriores donde además se reporta su utilidad para la mejora de la coordinación mano-ojo, la velocidad de procesamiento de la información, la denominación (Shatil, 2013) y algunas funciones ejecutivas (Shatil, Mikulecká, Bellotti, & Bureš, 2014).

3. Cogmed (<https://www.cogmed.com/>). Es un programa computarizado online, que se realiza a través de sistemas Windows, y que está compuesto por 25 sesiones de entrenamiento de la memoria de trabajo. Cada sesión dura en torno a 30-40 minutos y los ejercicios se ajustan automáticamente al nivel de rendimiento de los usuarios de manera que siempre se entrena al límite de la capacidad cognitiva. Todas las tareas implican:

- ✓ El mantenimiento en la mente de múltiples estímulos al mismo tiempo
- ✓ Tiempos cortos de recuerdo demorado, durante los cuales la representación de los estímulos deben mantenerse en la memoria de trabajo
- ✓ Secuenciación única de estímulos en cada ensayo

Se puede realizar en cualquier lugar con internet (hogar, trabajo, etc), incluso actualmente se están desarrollando versiones para aplicaciones móviles con sistemas iOS y Android. Está disponible en varios idiomas y las respuestas se realizan a través del ratón, el teclado del ordenador o mediante la pantalla táctil. Un entrenador cualificado facilita la estructura de las sesiones, motivación y retroalimentación sobre el progreso, ya que los datos sobre el rendimiento y el tiempo de reacción se registran continuamente. Su precio es superior a los 150 euros y asciende en función de la duración de la suscripción.

Al principio era una herramienta diseñada para ayudar a personas con trastorno por déficit de atención e hiperactividad, problemas de aprendizaje, ictus y traumatismo craneoencefálico, pero su uso se ha extendido a personas mayores. En un estudio llevado a cabo con personas mayores cognitivamente sanas se reportó que el entrenamiento en memoria de trabajo mediante Cogmed mejoraba la eficiencia neural y el rendimiento en tareas entrenadas y no entrenadas (atención y memoria episódica) (Brehmer et al., 2011). Recientemente, también se ha reportado que Cogmed es útil para mejorar la memoria de trabajo y las actividades funcionales, y que obtiene calificaciones más altas en satisfacción de mayores con DCL que los sujetos controles para los que no hay adaptación de los ejercicios (Hyer et al., 2016).

4. Rehacom (<https://rehacom.es/>). Es un software compuesto por 35 módulos de entrenamiento con diferentes niveles de dificultad para ajustar el entrenamiento al rendimiento y necesidades de los usuarios. Para ello dispone de módulos de screening que valoran el tipo y grado de déficit y se pueden modificar tanto la duración de las sesiones como el número de estímulos, la velocidad de respuesta, el número de repeticiones y la presentación de las instrucciones. Incluye ejercicios para entrenar: memoria, atención, concentración, percepción visual, funciones ejecutivas, razonamiento, tiempos de reacción, habilidades visuomotoras, etc. Tiene la opción de realizarse de manera online mediante la supervisión de un terapeuta y se puede llevar a cabo a través de múltiples dispositivos mediante pantalla táctil, ratón, teclado o comando especial (Rodríguez & Marrón, 2009). Está disponible en varios idiomas y su precio es superior a los 80 euros.

Se han realizado estudios con poblaciones de diferentes edades y tipos de trastornos: traumatismo craneoencefálico (Galbiati et al., 2009), ictus (Cha & Kim, 2013), TDAH (Amonn, Frölich, Breuer, Banaschewski, & Doepfner, 2013), etc. En cuanto a personas mayores de 65 años Rehacom ha mostrado ser igual de eficaz para mejorar la cognición, tras la realización de 3 sesiones semanales de 50 minutos durante 6 semanas, que un entrenamiento de ejercicios de equilibrio (Lee, Lee, & Hwang, 2012)

5. Lumosity (<https://www.lumosity.com/>). Es una plataforma online que tiene diferentes juegos con el objetivo de mejorar la memoria, la atención, la flexibilidad, la velocidad y la resolución de problemas. En cada uno de estos dominios se trabajan aspectos específicos, por ejemplo, en memoria los ejercicios van encaminados a recordar patrones y ubicaciones, asociar nombres con caras, llevar un registro mental de datos diversos y/o recordar secuencias de objetos y movimientos; en atención a ignorar distracciones y prestar atención a la información relevante; etc. Lumosity permite a los usuarios ver su estado global y su progreso continuo ya que permite comparar el rendimiento para los mismos ejercicios realizados en tiempos diferentes. Para ello se realiza una prueba inicial de memoria, atención y velocidad que permite determinar el rendimiento previo. Además, el entrenamiento es personalizado dado que permite elegir aspectos como el nivel de dificultad, o pruebas que exijan o no el conocimiento de inglés. Ser miembro de Lumosity es gratis, pero solo se tiene acceso a una cantidad limitada de juegos. Su precio oscila entre los 15 euros mensuales y los 80 anuales.

En un estudio llevado a cabo en 2014 con mayores cognitivamente sanos, un grupo entrenado con el programa mejoró significativamente en velocidad de procesamiento, atención, memoria de reconocimiento visual inmediata y diferida, así como en afecto y asertividad en una escala de bienestar frente a un grupo control que no mejoró (Ballesteros et al., 2014). No obstante, Lumosity no está exenta de problemas. La Comisión Federal de Comercio (“Federal Trade Commission,” n.d.) afirmó que la eficacia de los ejercicios como herramienta de mejora cognitiva no está demostrada con estudios científicamente sólidos y que la compañía ofrece publicidad engañosa.

6. Dakim (<https://www.dakim.com/>). Es un software que tiene más de 100 tipos de ejercicios para entrenar seis dominios cognitivos (corto y largo plazo): memoria, lenguaje, habilidades viso-espaciales, razonamiento, resolución de problemas y cálculo. Existen cinco niveles de dificultad para adaptar los ejercicios al nivel de rendimiento del usuario. Las sesiones tienen una duración de aproximadamente 20-25 minutos, y el formato típico de cada una incluye: un ejercicio de calentamiento (tarea de lenguaje), luego un ejercicio de memoria inmediata, seguido de otras tareas con dominios cognitivos distintos a la memoria, y finalmente una tarea de

memoria a corto plazo. Es el propio software el que selecciona los ejercicios a realizar a partir del rendimiento del usuario, de manera que supongan un continuo desafío, pero no es necesario un entrenamiento previo sobre Dakim. No es necesario internet mientras se están realizando los ejercicios pero si para la actualización y descarga de los mismos que normalmente se realizan por la noche. Se realizan mediante pantalla táctil (Shah et al., 2017). Su precio oscila los 300 euros.

En un estudio llevado a cabo en 2013 con *Brain Fitness* de Dakim se comparó el rendimiento de 33 controles y 36 sujetos que llevaron a cabo el programa durante 5 días a la semana durante 20-25 minutos (40 sesiones). Se encontraron diferencias significativas en ambos grupos, donde el grupo experimental mejoró en recuerdo demorado y lenguaje. Además, si las personas completaban las 40 sesiones también había una mejora en memoria inmediata frente a aquellos que realizaban menos (Miller et al., 2013).

7. My brain trainer (<https://www.mybraintrainer.com/>). Es un programa de entrenamiento online que contiene ejercicios individuales cortos diseñados para estimular: memoria, función ejecutiva, habilidades visoespaciales, velocidad de procesamiento de la información, atención, tiempo de reacción simple y cálculo. El más conocido es el Programa de Capacitación Básica de 21 días, en el cual las sesiones duran en torno a los 10-20 minutos diarios. Las respuestas se realizan a través del ratón o el teclado del ordenador. Después de la realización de los ejercicios se da retroalimentación inmediata con respecto al rendimiento (velocidad, precisión, consistencia, umbral de percepción) para que la persona pueda ver cuánto está mejorando y adapta automáticamente el nivel de dificultad de las tareas de manera que suponga un reto para los usuarios. Su precio oscila entre los 9.95 y los 29.95 euros.

En un estudio llevado a cabo por Simpson, Camfield, Pipingas, Macpherson, & Stough (2012) tras la aplicación del programa en personas mayores de 53 a 75 años, encontraron mejoras significativas en tareas de velocidad de procesamiento para tiempo de reacción simple y tiempo de reacción complejo, incluso en un período de tiempo de 3 semanas del entrenamiento, y una transferencia de esas

habilidades cognitivas entrenadas a tareas no entrenadas similares. Sin embargo, esa transferencia a habilidades no entrenadas no se produjo para memoria de trabajo, función ejecutiva y atención.

8. Grador (<http://www.ides.es/grador>). Es un software para la estimulación y rehabilitación cognitiva, que también incluye módulos de evaluación para estimar el nivel de deterioro de los usuarios. Incluye 48 tipos diferentes de ejercicios con varios niveles de dificultad (2-11) para entrenar siete dominios cognitivos: atención, memoria, orientación, cálculo, razonamiento, percepción y función ejecutiva. Los ejercicios y sesiones se pueden personalizar individualizando el entrenamiento y adaptándolo a las características de cada usuario, pero generalmente las sesiones duran en torno a 30 minutos. Las respuestas se pueden realizar a través del ratón o de la pantalla táctil y el usuario recibe retroalimentación inmediata de sus respuestas a través de refuerzos visuales y auditivos. Además, cuenta con un gestor de historia clínica, tratamientos e informes y requiere de un terapeuta previamente formado en el software. Su precio oscila entre los 1300 y los 1800 euros aproximadamente.

Está destinado a diferentes patologías: traumatismos craneoencefálicos, demencias, parálisis cerebral, etc. Recientemente se ha diseñado un protocolo de estudio para un ensayo controlado aleatorizado sobre la efectividad de GRADIOR con un total de 400 personas mayores con DCL y demencia (Vanova et al., 2018). En estudios previos, ha mostrado ser eficaz en la mejora de funciones cognitivas entrenadas en general, pero es necesario llevar a cabo estudios más rigurosos (Pérez-Turiel, Franco-Martin, Fraile, Parra, & Viñas, 2017).

3.3. Realidad virtual

Además del desarrollo de programas cognitivos computarizados enfocados en la realización y repetición de ejercicios para el entrenamiento de los diferentes dominios cognitivos, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) están facilitando el desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual (RV). Estas tecnologías consisten en la creación de entornos tridimensionales artificiales simulando situaciones de la vida real en

el que la persona tiene que interactuar en tiempo real (Maldonado, 2002). Una de las características principales de estas herramientas es que permiten evaluar y entrenar el funcionamiento cognitivo de una manera más ecológica (Tarnanas et al., 2013). Los ejercicios normalmente están programados para registrar mediciones precisas del desempeño del individuo en ese mundo evaluando las funciones subyacentes a cada tarea.

Entre las ventajas que encontramos al usar RV encontramos las siguientes (Mora, 2013):

- ✓ Facilitan la creación de entornos privados en los que llevar a cabo la exposición.
- ✓ Permiten crear situaciones difíciles de llevar a cabo en la vida real por problemas de movilidad, características muy específicas de las situaciones, etc.
- ✓ Permiten un mayor control de los parámetros de la situación lo que permite que el entrenamiento sea más adaptativo y graduado.
- ✓ Facilitan al usuario un autoentrenamiento más accesible y sin necesidad de esperar a que tenga lugar en la vida real.

A pesar de que el uso de estas técnicas en clínica e investigación es relativamente reciente, los resultados son muy prometedores (García-Betances, Jiménez-Mixco, Arredondo, & Cabrera-Umpiérrez, 2015). Las técnicas de RV han resultado eficaces en una amplia variedad de trastornos como neglect (Sedda et al., 2013), esquizofrenia (La et al., 2013), autismo (Kandalaf, Didehban, Krawczyk, Allen, & Chapman, 2013), etc. Merriman, Roudaia, Romagnoli, Orvieto, & Newell (2018) revelaron una alta aceptabilidad en personas mayores sanas y con riesgo de caerse, para los cuales estas técnicas fueron eficaces no solo para reducir el miedo a la caída sino también para mantener un mayor estado de vigilancia cognitiva. En otro estudio de caso único basado en técnicas de realidad virtual para aumentar la autonomía de una persona con indicios de EA, se encontró que esto era posible y que también se producía una transferencia de las ganancias a la vida real y un mantenimiento estable del rendimiento en el tiempo (Foloppe, Richard, Yamaguchi, Etcharry-Bouyx, & Allain, 2018).

Además, varios estudios han reportado que además de servir de estimulación y entrenamiento cognitivo, las tareas de RV son eficaces para discriminar entre personas cognitivamente sanas y personas con DCL, demencia y EA leve y, hacen hincapié en que esta discriminación es mucho más ecológica que las pruebas utilizadas hasta el momento

dado que permite medir la capacidad funcional en actividades de la vida diaria (Tarnanas et al., 2013; Zygouris et al., 2017).

En resumen, numerosos estudios han demostrado la eficacia de la estimulación cognitiva tanto en formato estándar como computarizada para prevenir y revertir el deterioro cognitivo en los mayores.

CAPÍTULO 4
REDES SOCIALES

4.1. Influencia de la actividad social en el mantenimiento del funcionamiento cognitivo.

Como mencionamos anteriormente, el objetivo final de la intervención cognitiva en personas mayores es el mantenimiento de la independencia y la calidad de vida (Garms-Homolová et al., 2017). No obstante, algunos programas están basados únicamente en el entrenamiento de algunos dominios cognitivos, suelen ser individualizados y, la mayoría no han mostrado un efecto de transferencia a otras funciones o tareas de la vida diaria (Ball et al., 2002; Lampit et al., 2014).

Numerosos estudios han indicado que el compromiso y la actividad social son aspectos que también juegan un papel importante en el mantenimiento del funcionamiento cognitivo (Conroy, Golden, Jeffares, O'Neill, & McGee, 2010; Seeman et al., 2011). Existen varias hipótesis para intentar explicar esto: por un lado, la del "amortiguamiento del estrés", que argumenta la idea de que las ayudas sociales protegen de los efectos patogénicos del estrés influyendo positivamente, de manera indirecta, sobre la salud y el bienestar; y, por otro lado, la hipótesis basada en la idea de que los apoyos sociales influyen positivamente de manera directa en la salud independientemente de si las personas se enfrentan a eventos estresantes (Cohen & Wills, 1985). Esto podría deberse a que la participación en actividades de ocio social proporcionan redes funcionales más eficientes y, por consiguiente, una mayor reserva cognitiva (Scarmeas & Stern, 2003).

Al margen de la causa, diferentes autores se han interesado por conocer cuáles son los efectos de esa asociación en un esfuerzo por promover la mayor cognición óptima posible en el envejecimiento. Krueger et al. (2009) llevaron a cabo un estudio con 838 personas sin demencia en el que encontraron que la actividad y el apoyo social eran las condiciones que estaban más relacionadas con tener una mejor memoria de trabajo, habilidades visoespaciales y velocidad perceptiva, sin importar el tamaño de la red. En otros estudios similares también se ha encontrado que una mayor cantidad de contactos y de apoyo se relaciona con un menor deterioro cognitivo (Millán-Calenti, Sánchez, Lorenzo-López, Cao, & Maseda, 2013) e incluso, con una mejor función ejecutiva y memoria episódica (Seeman et al., 2011).

En base a esto, se ha enfatizado la importancia de dirigir intervenciones que engloben, además de la estimulación cognitiva, la promoción de la interacción social (Buitenweg et al., 2017), como forma de conseguir el mayor mantenimiento de la capacidad funcional posible. No obstante, son escasos los estudios al respecto.

4.2. Aprendizaje y uso de redes sociales digitales en mayores

Si bien es cierto que el uso de las TICs depende mucho de aspectos tales como el estatus socioeconómico, la edad, el estado cognitivo, etc. (Elliot, Mooney, Douthit, & Lynch, 2014), cada vez son más las personas mayores interesadas en las redes sociales digitales como forma fácil de relacionarse o distraerse pese a que afirman que no tienen las habilidades suficientes para ello (González-Oñate, Fanjul-Peyró, & Cabezuelo-Lorenzo, 2015).

Hasta el momento, son muy pocos los estudios sobre la asociación entre el uso de las redes sociales digitales y el funcionamiento cognitivo. No obstante, recientes investigaciones han encontrado que las interacciones sociales a través internet pueden mejorar algunas funciones cognitivas como la atención y la memoria de las personas mayores (Kieling, Pasqualotti, & Gil, 2017). Más concretamente, en un estudio realizado recientemente por Myhre, Mehl, & Glisky (2017) se estudió la eficacia de aprender y usar Facebook para mantener y mejorar el funcionamiento cognitivo en personas mayores. Tras la intervención, encontraron que el grupo que utilizó Facebook mejoró significativamente en memoria de trabajo en comparación con dos grupos controles, uno que utilizaba un diario personal online y otro que se encontraba en lista de espera.

Estos hallazgos son prometedores pero es necesaria una mayor investigación sobre si los resultados se deben a la interacción social en sí mediante Facebook o al reto cognitivo que supone el aprendizaje de una nueva herramienta. Siguiendo esta línea, Park et al., (2014) llevaron a cabo un estudio con 221 personas mayores de 60 años en el que encontraron que el compromiso sostenido en actividades que suponían un nuevo reto cognitivo mejoraban funciones como la memoria, pero encontraron que la participación en actividades sociales por sí sola no era indicativo de beneficios cognitivos.

CAPÍTULO 5

INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE DAÑO CEREBRAL ADQUIRIDO (DCA)

CAPÍTULO 5. Daño cerebral adquirido (DCA)

5.1. Definición y características del DCA a nivel cognitivo, emocional y sus consecuencias en el funcionamiento diario

El “daño cerebral adquirido” (DCA) es un concepto utilizado para hacer referencia a la lesión súbita que se produce en el cerebro con posterioridad al nacimiento, es decir, tras un desarrollo normal del mismo y no por causas hereditarias, congénitas, degenerativas o inducidas por el trauma al nacer (Taub, Bartuccio, & Maino, 2012). Estas lesiones pueden ser temporales o permanentes y provocar discapacidad funcional y/o problemas de adaptación psicosocial (Giustini, Pistarini, & Pisoni, 2013). Las causas del daño permiten diferenciar dos categorías (Kamalakaran, Gudlavalleti, Murthy Gudlavalleti, Goenka, & Kuper, 2015):

- Traumático es el daño producido en el cerebro como resultado de una fuerza mecánica externa, como aceleración rápida en el cerebro, impacto o penetración por un proyectil, esto es, golpes, caídas, accidentes, etc.
- No traumático: es el daño producido por fuerzas internas, es decir, enfermedades como infecciones, accidentes cerebrovasculares (ACV), tumores cerebrales, etc.

El TCE generalmente afecta a áreas focales, y las lesiones cerebrales no traumáticas tienen la capacidad de extenderse a todas las áreas del cerebro. Sin embargo, independientemente de la etiología del daño, cualquier lesión cerebral implica una serie de secuelas a nivel cognitivo, conductual, social y emocional que afectan a la vida de pacientes y familiares. Las consecuencias derivadas de ello van desde la dependencia o la necesidad de ayuda en las actividades básicas de la vida diaria, hasta la pérdida de la capacidad laboral y/o cambios de personalidad (Rodríguez, 2012).

Las secuelas derivadas del DCA son muy variadas dada la gran complejidad de las lesiones subyacentes y las características personales de las personas afectadas. Existen ciertas características que son comunes entre patologías y otras que son más especiales a cada tipo, pero a nivel general las principales características y/o secuelas del DCA son (Marrón, 2017):

- Déficits cognitivos. Estos déficits van a depender de la localización y la extensión del daño pero por lo general suelen aparecer tanto problemas de memoria y

aprendizaje, como de atención y concentración, visoperceptivos, de lenguaje y funciones ejecutivas y alteraciones en la velocidad de procesamiento de la información.

- Déficits motores y sensoriales. En lo que respecta a la parte motora, en la mayoría de los casos existe una alteración en el equilibrio, incapacidad para la bipedestación (mantenerse de pie), la marcha, el control postural, la motricidad fina y gruesa de una o varias extremidades, así como el control del tronco y de la cabeza en estado de reposo. Por su parte, también puede producirse, a nivel parcial o total, la pérdida sensorial de alguna parte del cuerpo como por ejemplo la vista.
- Alteraciones de la comunicación. Estos problemas aparecen como consecuencia de la alteración de habilidades físicas o cognitivas, o por la combinación de ambas. Cuando se producen debido a alteraciones físicas, la expresión oral se ve afectada por la pérdida de control de los músculos fonarticulatorios; la escrita, por la pérdida de control de los miembros superiores; o la de comprensión, por la pérdida de la capacidad de audición o interpretación de sonidos. En el caso de alteraciones cognitivas, la incapacidad de expresión o comprensión oral se produce por afectación de los procesos del lenguaje (afasia). En estos casos el sistema físico y motor del lenguaje permanece intacto.
- Alteraciones emocionales y conductuales. Tras un DCA es frecuente que las personas se vuelvan más irritables, ansiosas, deprimidas y que se produzcan cambios bruscos en sus estados de ánimo. Los cambios en el comportamiento o en el carácter suelen ser muy habituales sobre todo cuando el daño afecta a la corteza prefrontal, diferenciándose dos tipos de perfiles:
 1. Desinhibición conductual o falta de inhibición: las personas realizan conductas incontroladas e irreflexivas sin tener en cuenta la adecuación a las normas sociales y la aparición de conductas de riesgo y compulsivas. Suelen provocar conductas físicas o verbalmente agresivas.
 2. Iniciativa conductual pobre y exceso de control: estas personas muestran apatía, no disfrutan tanto de las cosas como antes, tienen sensación de agotamiento y letargo, ausencia de expresiones emocionales, etc.
- Alteraciones físicas. Pueden aparecer epilepsia secundaria y temblor neurológico.

- Ausencia de conciencia de las dificultades (anosognosia). Hay muchos casos en que las personas no son conscientes de las limitaciones o dificultades causadas por la lesión, especialmente cuando se trata de alteraciones cognitivas y emocionales. Cuando esto ocurre, la persona afectada normalmente rechaza la ayuda de quien le supervisa, dificultando su cuidado y rehabilitación.

Por tanto, el DCA es un concepto heterogéneo debido a tres aspectos:

1. Puede deberse a múltiples causas, esto es, no tiene una etiología única.
2. La evolución es variable.
3. No se trata de un síndrome clínico definido, dado que la afectación de sistemas funcionales cerebrales puede ser única o múltiple, con grados de gravedad que pueden ser variables en cada uno de ellos.

5.2. Tipologías de DCA

En función de la etiología existen diferentes tipos de DCA (Marrón, 2017; Rodríguez, 2012; Tirapu-Ustárrroz, Ríos-Lago, & Maestú, 2011):

5.2.1. Traumatismo craneoencefálico (TCE).

Este término se aplica a heridas abiertas o cerradas en la cabeza, como consecuencia de un golpe o trauma de carácter violento en el cerebro, lo que hace que este choque con las diferentes paredes internas del cráneo. Las causas más frecuentes de este tipo de lesiones son los accidentes de tráfico (moto, coche, bicicleta,...) en los cuales frecuentemente está presente el consumo de alcohol y drogas. Posteriormente, estarían los ocasionados por caídas, fundamentalmente en entornos laborales, y le siguen los asaltos o agresiones, los accidentes deportivos, los atropellamientos, etc. La primera consecuencia tras un TCE es la pérdida de conciencia, que puede perdurar desde minutos, hasta un estado de coma de meses.

Según el tipo de lesión, pueden verse afectadas una o más áreas cerebrales implicando a distintos ámbitos de la persona: funcional, cognitivo, emocional, conductual y/o físico. A nivel neuropsicológico, las funciones alteradas pueden implicar: la cognición, el lenguaje, la memoria, la atención, el razonamiento, el pensamiento abstracto, el juicio, la resolución de problemas, las habilidades sensoriales, perceptivas y

motoras, las conductas psicosociales, las funciones físicas y el procesamiento de la información.

Su clasificación puede realizarse en función de:

- La severidad: leve, moderado o grave. La valoración de la gravedad suele realizarse mediante la escala de coma de Glasgow (GCS) (ver tabla 3) o la valoración del periodo de amnesia postraumática (APT) (ver tabla 4), es decir, la incapacidad del paciente para formar nuevos aprendizajes.

Tabla 3. Ítems de la escala de coma de Glasgow

<u>Escala de coma de Glasgow</u>		
Característica	Parámetro	Puntuación
Respuesta motora (puntuación: mejor respuesta)	Cumple ordenes	6
	Localiza el dolor	5
	Sólo retira	4
	Flexión anormal	3
	Extensión anormal	2
	No responde	1
Apertura de ojos (puntuación: ojos abiertos)	Espontáneamente	4
	A la voz	3
	Al dolor	2
	No responde	1
Respuesta verbal (puntuación: mejor respuesta)	Orientado	5
	Confuso	4
	Palabras inapropiadas	3
	Sonidos incomprensibles	2
	No responde	1

Tabla 4. Severidad del TCE en función de la amnesia postraumática.

<u>Amnesia postraumática</u>	
Menos de 5 minutos	TCE muy leve
5 a 60 minutos	TCE leve
1 a 24 horas	TCE moderado
1 a 7 días	TCE grave
1 a 4 semanas	TCE muy grave
Más de 4 semanas	TCE extremadamente grave

- El tipo de lesión:
 - Primarias: resultado directo del daño cerebral en el momento del impacto. A su vez pueden ser, focales (hemorragias intracraneales y fracturas del cráneo); o difusas (hemorragias por contragolpe y lesión axonal difusa).
 - Secundarias: daños tardíos como consecuencia de las lesiones primarias. Pueden ocurrir minutos, horas o días más tarde. Las más frecuentes son el edema cerebral, el hematoma intracraneal, y la isquemia e hipoxia cerebral.
- La localización del daño:
 - Focales. Limitadas a un área cerebral concreta. Las más frecuentes son frontales, temporales y occipitales. Dichos daños pueden generar otras lesiones más difusas, por lo que son menos frecuentes.
 - Difusas. Se deben tanto a movimientos de rotación como a estiramientos o compresión del tejido cerebral, y pueden conllevar daño axonal difuso o daño microvascular
- El mecanismo de acción:
 - Abiertos, en los que un objeto atraviesa el cerebro y lo lesiona, conllevando riesgo de aparición de infección secundaria, meningitis y epilepsia postraumática como consecuencia de la fractura ósea y la apertura de la duramadre. La gravedad varía en función de la naturaleza y la velocidad con la que impacte el objeto, la localización del daño.

- Cerrados, en los que la lesión se produce como consecuencia de un golpe violento y no hay exposición del cerebro al exterior. En este caso, el cerebro se ve dañado por los golpes contra el cráneo, la deformación, la compresión o la rotación del tejido.

A nivel neuropsicológico, las alteraciones cognitivas que se producen pueden ser muy variadas dadas la heterogeneidad y el carácter difuso de las lesiones. A continuación se resumen brevemente cada una de ellas.

- Físicas y sensoriales: Por un lado, como consecuencia del daño en las células y fibras motoras se producen alteraciones en el movimiento. La más característica es la espasticidad la cual genera problemas en el movimiento de las extremidades, la cabeza y el tronco. Por otro lado, el daño en la corteza motora, ganglios basales y cerebelo ocasiona temblores o movimientos rítmicos incontrolables de diferentes partes del cuerpo.
- Memoria: Los problemas más frecuentes son los de memoria anterógrada y el establecimiento de nuevos aprendizajes, siendo los procesos de recuerdo libre los que se ven más gravemente afectados. No obstante, también pueden aparecer problemas de memoria retrógrada, sobre todo del periodo cercano al accidente.
- Atención: Pueden aparecer dificultades para mantener la atención largos periodos de tiempo, con alta tasa de presentación de estímulos, mayor número de distracciones y problemas como consecuencia de una lentitud en el procesamiento de la información.
- Lenguaje: Los problemas de lenguaje más comunes son los relacionados con la interpretación de frases ambiguas o mantener la estructura lógica de un discurso, por lo que puede empobrecerse o ser socialmente inapropiado. El resto de alteraciones tales como la comprensión y la lectura y la escritura son menos frecuentes.
- Funciones ejecutivas: El manejo de situaciones especialmente imprevistas y la capacidad para integrar y aplicar las habilidades preservadas a situaciones concretas suele verse afectado sobre todo en pacientes con lesiones prefrontales. Es destacable la falta de conciencia de las limitaciones.
- Emocionales y cambios de personalidad: Son muy frecuentes las alteraciones de tipo social y de conducta moral, la depresión mayor, el trastorno de ansiedad

generalizada, el trastorno afectivo bipolar y el trastorno orgánico de la personalidad.

5.2.2. Accidente cerebrovascular (ACV) o ictus.

Un accidente cerebrovascular es la lesión causada por la interrupción o alteración del flujo sanguíneo cerebral, generalmente porque un vaso sanguíneo estalla o está bloqueado por un coágulo. Esto corta el suministro de oxígeno y nutrientes, causando daños al tejido cerebral cuyas consecuencias dependen del vaso sanguíneo afectado y de la extensión y de la severidad de la parte del cerebro lesionada. De acuerdo a datos de la OMS, 15 millones de personas sufren un ACV por año, de los cuales 5 millones mueren y otros 5 millones quedan con una discapacidad permanente.

El síntoma más común de un accidente cerebrovascular es la debilidad repentina o entumecimiento de la cara, el brazo o la pierna, con mayor frecuencia en un lado del cuerpo. Otros síntomas incluyen: confusión, dificultad para hablar o entender el habla; dificultad para ver con uno o ambos ojos; dificultad para caminar, mareos, pérdida de equilibrio o coordinación; dolor de cabeza severo sin causa conocida; desmayo o inconsciencia.

Su clasificación puede realizarse en función de la etiología en:

- Isquémicos (infarto cerebral): se producen como consecuencia de una obstrucción de alguna de las arterias que irrigan el cerebro, bien por la presencia de un embolo o por la arterioesclerosis, dando lugar a la afectación del área cerebral que irrigaba la arteria implicada. Se pueden dividir en:
 - a) Ataque isquémico transitorio. Es un trastorno episódico breve de disfunción neurológica que se produce como consecuencia de una isquemia cerebral focal o retiniana, de comienzo brusco, cuyos síntomas duran menos de una hora y la recuperación se produce en unas 24 horas. Se pueden clasificar en hemodinámicos y embólicos atendiendo a la causa, y en carotídeo y vertebrobasilar según el territorio afectado.
 - b) Infarto cerebral. Se produce cuando el tiempo de la isquemia provoca la necrosis del tejido afectado. En función del

mecanismo de producción podemos encontrar: trombótico, embólico o hemodinámico; y en función de la causa: aterotrombótico, cardioembólico o lacunar.

- Hemorrágicos: se producen por la rotura de un vaso sanguíneo cerebral cuya causa puede ser una malformación arteriovenosa congénita o una subida brusca de la presión arterial. Pueden dividirse en:
 - a) Hemorragia cerebral. Vertido hemático que se produce en el interior del cerebro y es secundario a una rotura vascular. Puede ocurrir en lóbulos cerebrales, en ventrículos o en ganglios basales.
 - b) Hemorragia subaracnoidea. Vertido hemático en el espacio entre la piamadre y la aracnoides.

Las alteraciones pueden afectar a todos los dominios cognitivos, pero las más frecuentes son:

- Alteraciones motoras colaterales a la localización de la lesión.
- Afasia y problemas del lenguaje.
- Heminegligencia.
- Alteraciones disejcutivas.
- Memoria operativa, mantenimiento y procesamiento de la información.
- Lentitud en el procesamiento de la información.
- Alteraciones en el estado de ánimo: depresión, labilidad emocional, etc.

5.2.3. Tumores cerebrales.

Los tumores cerebrales ocurren como consecuencia de un crecimiento anómalo y descontrolado de células cerebrales (tumores primarios) o de células tumorales que, localizadas en otras áreas del cuerpo producen metástasis cerebral. Además, la aparición del tumor lleva consigo otros daños secundarios como consecuencia de la presión intracraneal generada y las técnicas terapéuticas aplicadas tales como las cirugías o la quimioterapia.

Los déficits neuropsicológicos van a depender del tamaño, de la velocidad de desarrollo, de la localización y del tipo de tumor, pero los más frecuentes son:

- Lentitud en el procesamiento de la información.
- Problemas de atención mantenida.
- Problemas de memoria.
- Alteraciones emocionales: apatía, irritabilidad, labilidad emocional, etc.
- Alteraciones del sueño.
- Agitación.
- Confusión.
- Alteraciones del apetito.

5.2.4. Anoxias cerebrales o hipoxias.

Estos términos se refieren a problemas de oxigenación en el cerebro durante un determinado periodo de tiempo originando la muerte neuronal del tejido cerebral. Las causas que originan este tipo de patologías son numerosas: infarto de miocardio, inhalación de humo, embolismo pulmonar, sobredosis de drogas o alcohol, estrangulamiento, etc. Se pueden diferenciar 4 tipos de anoxias:

- Anóxica, como consecuencia de un aporte de oxígeno insuficiente por asfixia.
- Anémica, causada por la pérdida masiva de sangre, una anemia grave o envenenamiento por dióxido de carbono.
- Hipoxia por hipotensión arterial, cuando la presión sanguínea se reduce por arritmia o parada cardíaca, infarto de miocardio o shock.
- Hipoxia tóxica, por sustancias tóxicas que modulan la utilización del oxígeno.

Los déficits neuropsicológicos más comunes son:

- Deterioro cognitivo generalizado.
- Problemas mnésicos generalizados, sobre de tipo retrógrado.
- Dificultades gnósicas .
- Lentitud en el procesamiento de información.
- Problemas disejecutivos.
- Problemas de denominación.
- Ataxia.

- Disartria.
- Dispraxia.
- Alteraciones conductuales: apatía, impulsividad...
- Alteraciones emocionales: depresión, ansiedad e incluso intentos autolíticos.

5.2.5.Síndrome meníngeo. Hipertensión e hipotensión intracraneal.

Este síndrome ocurre como consecuencia de la afectación de las cubiertas meníngeas cerebrales y las alteraciones del líquido cefalorraquídeo en el parénquima cerebral. Los más frecuentes son el edema cerebral, la hidrocefalia y la hipertensión e hipotensión intracraneal.

5.2.6.Enfermedades infecciosas del sistema nervioso central.

Pueden ser consecuencia de procesos infecciosos víricos, bacterianos por hongos o parasitaria. Normalmente las meninges se ven infectadas y se produce la formación de abscesos, como consecuencia de un traumatismo, fracturas del cráneo, cirugías o por la infección de alguna otra parte del organismo. Dependiendo de la etiología las infecciones pueden ser: infección por citomegalovirus, herpes simple, complejo demencia-sida, neurosífilis, malaria, etc.

Los déficits neuropsicológicos son muy variados dependiendo de la localización principal y el tamaño de las lesiones, pero las características son similares a los demás daños cerebrales adquiridos.

5.3.Fases de evolución del DCA

La intervención aplicada a una persona tras sufrir un daño cerebral adquirido pasa una serie de fases que van desde la llegada al hospital hasta la prolongación de cuidados durante un tiempo considerable, pudiendo este tiempo oscilar desde unos meses o años hasta la necesidad de cuidados de por vida. Normalmente, se invierte mayor atención y cantidad de recursos a las personas que se encuentran en la fase crítica y aguda y, por tanto, las consecuencias a largo plazo del daño cerebral no son tratadas de la manera más

adecuada. No obstante la intervención en cualquiera de las fases tiene una gran importancia (Rodríguez, 2012):

A. Fase Crítica. Esta fase comienza cuando la persona ingresa en el hospital por urgencia tras haber sufrido el daño. El principal objetivo es la estabilización médica del paciente mediante un tratamiento especializado (intervenciones quirúrgicas, control de infecciones, etc.) que evite la aparición de complicaciones que puedan implicar un riesgo para su vida (complicaciones respiratorias, neurológicas, de alimentación, etc.). Se desarrolla en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) de los Hospitales y/o en las plantas de especialización, normalmente las de neurología o neurocirugía.

Su duración depende de la severidad de la lesión pero normalmente abarca desde que la persona ingresa hasta dos o tres meses de la salida de UCI.

El daño suele provocar una pérdida de conciencia, tras la cual el paciente entra en un estado de coma, donde se encuentra con los ojos cerrados todo el tiempo y no responde a los estímulos del entorno. La salida del estado de coma viene marcada por la apertura ocular y, dependiendo de su pronóstico y gravedad del daño cerebral, pasará a una fase de Síndrome de Vigilia sin Respuesta, a un Estado de Mínima Conciencia o bien a un estado confusional.

B. Fase Aguda: La persona se encuentra neurológicamente estable, disminuyendo el riesgo de presentar complicaciones. Se mantiene el régimen hospitalario, pero generalmente, en las plantas de los hospitales. La duración es independiente para cada persona en función de las secuelas a nivel físico, cognitivo, conductual y funcional que ya comienzan a identificarse. En esta fase es fundamental una valoración exhaustiva por parte de todos los profesionales para conocer que funciones están alteradas y cuales preservadas y plantear los objetivos para una rehabilitación personalizada. Además, es muy importante la estimulación del paciente para potenciar la recuperación espontánea así como la plasticidad cerebral características de ésta fase.

Se hacen evidentes los problemas de lenguaje, orientación, motores y atencionales, así como la fatigabilidad. No obstante, también es importante detectar los problemas cognitivos y conductuales más difíciles de reconocer dado que pueden entrañar mayores dificultades posteriores.

C. Fase subaguda. Se ha superado el peligro de vida y otro tipo de complicaciones, pero la persona sigue necesitando una rehabilitación de carácter intensivo y especializado en régimen de hospital de día, porque todavía se pueden esperar ganancias funcionales. El objetivo fundamental es buscar la mayor independencia y autonomía del paciente y para ello se debe evaluar en profundidad en que ha mejorado, que ha logrado y que no y adecuar la intervención para el restablecimiento de funciones o en su defecto para compensarlas o sustituirlas. La readaptación tanto domiciliaria como social también juega un importante papel, tanto a nivel del paciente como de los familiares que generalmente no disponen de los recursos ni los conocimientos necesarios para manejar la nueva situación. Puede durar aproximadamente 1 año.

D. Fase postaguda. En esta fase la persona continúa con la rehabilitación iniciada en la fase aguda y subaguda permaneciendo en su domicilio y acudiendo a un centro de rehabilitación especializado en régimen ambulatorio. No obstante, la intervención se encamina a la sustitución por otras funciones que puedan asumir el papel o, compensación de las capacidades funcionales alteradas a través del uso de mecanismos o estrategias compensatorias. También se hace hincapié en la reinserción domiciliaria, social y laboral.

E. Fase crónica. En esta fase la persona se encuentra estable tanto neurológica como funcionalmente pero es necesario una intervención especializada con el fin de que no haya un agravamiento de su situación y para conservar sus funciones. La independencia y reinserción familiar, social y laboral se consigue a través de: consultas ambulatorias, centros de día, residencias especializadas o centros ocupacionales o de empleo.

La mayoría de las personas con DCA se encuentran en ésta fase y varios estudios han informado que estas personas siguen presentando problemas de dependencia física y cognitiva, y problemas sociales y laborales (Corrigan & Hammond, 2013; Doser, Poulsen, Wuensch, & Norup, 2018). Esto supone grandes problemas personales y familiares, por lo que las intervenciones deben ir encaminadas a cubrir necesidades a largo plazo: independencia, reinserción social y laboral, ocupación normalizada del tiempo libre, etc.

5.4. Epidemiología y progresión del DCA

Si bien es cierto que el concepto de DCA abarca distintos tipos de lesiones cerebrales, las principales causas de discapacidad en el mundo son: los traumatismos craneoencefálicos (TCE) y los ictus (Mar, Arrospide, Begiristain, Larrañaga, Elosegui, et al., 2011). El porcentaje de hombres (52,5%) que sufren DCA es mayor que el de mujeres (47,5%), y la edad media es de aproximadamente 50 años (Feigin, Barker-Collo, Krishnamurthi, Theadom, & Starkey, 2010). No obstante, la incidencia se dispara para ambos sexos a partir de los 65 años (FEDACE).

En un estudio realizado por Gustavsson et al., (2011) se afirmó que 2.5 millones de personas en Europa habían sufrido TCE (1.2 millones) o ictus (1.3 millones) en 2010. En España, los datos más recientes del Instituto Nacional de Estadística (“Instituto Nacional de Estadística,” 2018) informan que existen alrededor de 420.000 personas que padecen algún tipo de DCA y que cada año se dan 104.701 nuevos casos: 99.284 por accidentes cerebrovasculares y 4.937 por TCE. De entre ellos, el 78% de los casos tuvieron su origen en un ictus y el 22% restante en TCE y otras causas (Federación Española de Daño Cerebral, 2018). Estos resultados son similares a estudios previos de zonas específicas de determinadas zonas de España donde se producen 61.8/100.000 casos de accidentes cerebrovasculares por año y 12.5/ 100.000 casos de TCE, y una prevalencia general de 657/100.000 casos (Mar, Arrospide, Begiristain, Larrañaga, Elosegui, et al., 2011).

El TCE es más común en adultos jóvenes, particularmente hombres (75%) (Polinder et al., 2005). Esto probablemente se deba a que los hombres están teniendo una mayor participación en actividades de riesgo, conductas violentas y exposición a riesgos laborales que las mujeres. Las caídas y los accidentes de tráfico son las principales causas de los TCA (Faul, Xu, Wald, Coronado, & Dellinger, 2010), y la OMS estima que estos últimos serán la tercera causa más importante de carga global por enfermedad en 2020. En cuanto a ACVs la incidencia en hombres es mayor que en mujeres (133 caso al año por cada 100.000 personas frente a 99 casos por cada 100.000 personas, respectivamente) y la edad a la que se producen va disminuyendo (Feigin, Norrving, & Mensah, 2017).

Según el estudio de Deficiencia, Discapacidad y Estado de Salud del Instituto Nacional de Estadística, se estima que en España existen más de 300.000 afectados con carácter crónico de daño cerebral (Rodríguez, 2012). No obstante, hay que tener en cuenta

que la mayoría de los datos se recogen en sitios muy específicos como urgencias, centros de rehabilitación etc. por lo que pacientes tratados a través de otros sistemas o directamente no tratados (porque no tienen facilidad de acceso a los sistemas de salud) no se están teniendo en cuenta y esta las cifra puede ser mayor.

5.5. Costo económico del DCA

5.5.1. ¿Cuál es el coste económico del DCA para la sociedad?

El DCA supone un importante problema sociosanitario, donde los costos directos de atención médico constituyen la mayoría de los costos (37% directos frente al 23% de costos no médicos directos). En una revisión sistemática realizada en 2010 sobre el costo de distintos trastornos a nivel Europeo se reportó la media de costos por persona para ACV era de 21.000 euros, y de TCE, excluyendo los costos indirectos, de 4209 euros (64.1 y 33 euros por día, respectivamente) (Gustavsson et al., 2011). En España, en un estudio realizado en 2011, se calculó que la carga económica total era de 382.14 millones de euros por año, distribuidos entre 215.27 y 166.87 de carga formal e informal respectivamente, y que el costo promedio por individuo era de 21,040 € por año (Mar, Arrospeide, Begiristain, Larrañaga, Elosegui, et al., 2011). Más específicamente, los ACV supusieron en 2010 un costo social de 8.584 millones de euros y el TCE de 2.489 millones (Parés-Badell et al., 2014).

A esto hay que añadir la pérdida de los beneficios sociales que conlleva la falta de actividad laboral y, en suma, la dependencia económica en la que estas personas se ven inmersos (Samanamalee et al., 2018). En una revisión sistemática de 49 estudios llevada a cabo en 2009 se encontró que sólo tras un periodo de dos años tras la lesión, el 39.3% de los sujetos con DCA no traumático y el 40.7% traumático pudieron regresar al trabajo (van Velzen, van Bennekom, Edelaar, Sluiter, & Frings-Dresen, 2009). Más recientemente, en un estudio llevado a cabo por Luna-Lario, Blanco-Beregaña, Tirapu-Ustároz, Ojeda, & Mata-Pastor (2013) encontraron que de una muestra de 129 personas con DCA el 77% de personas tenían una dependencia reconocida, y que solo el 17,7% retomaba su actividad laboral al año y el 25% a los dos años.

5.5.2. ¿Cuál es el coste económico, social y de salud del DCA para los cuidadores/familiares?

En la mayoría de las ocasiones el DCA supone una interrupción en la vida social y laboral y, una afectación de la salud de los cuidadores de la persona afectada. Generalmente este papel lo asumen las familias, especialmente la persona más cercana al paciente, y juega un importante papel en todo el proceso por lo que también requiere de cualquier tipo de apoyo emocional, financiero, etc. La cantidad del mismo depende, fundamentalmente del nivel de discapacidad que experimente el individuo con DCA.

La mayoría de los cuidadores muestran puntuaciones elevadas de malestar psicológico, ansiedad y depresión en comparación con la población general (Manso Martínez, Sánchez Lóez, & Flores, 2013) y manifiestan sentirse abrumados y desbordados por la nueva situación provocando en muchas ocasiones rupturas de relaciones y otras disputas familiares (Turner et al., 2007). La calidad de vida relacionada con la salud, la felicidad y el disfrute de la vida de estas personas se ve deteriorada (Mar, Arrospide, Begiristain, Larrañaga, Sanz-Guinea, et al., 2011; Vogler, Klein, & Bender, 2014) y es por ello que reportan una importante necesidad de apoyo profesional, comunitario, emocional, económico e instrumental (de Goumoëns, Didier, Mabire, Shaha, & Diserens, 2018; Hassan, Khaw, Rosna, & Husna, 2011).

A esto hay que sumarle dos grandes problemas económicos que supone para la familia el cuidado de la persona con lesión: 1) No todas las personas reciben ayuda económica para abordar los gastos que acarrea la nueva situación ya que las ayudas económicas dependen de aspectos como la gravedad y la ubicación del cuidador, por lo que la unidad familiar se debe hacer cargo de ellos; 2) En la mayoría de los casos, el familiar/cuidador debe dejar su trabajo para dedicarse de manera exclusiva al cuidado de la persona afectada por un DCA (DeBaillie, 2014). Esto hace que la calidad de vida de los familiares se vea aún más empobrecida, generando mayores problemas psicológicos y de salud.

5.6. Diagnóstico de DCA

5.6.1. Utilidad del diagnóstico de DCA y cómo se realiza

La evaluación neuropsicológica en pacientes con DCA es muy útil puesto que no solo guía el proceso de rehabilitación sino que también ayuda a la persona y a su familia a comprender más el impacto de la lesión cerebral traumática.

Cuando el neuropsicólogo se reúne con el paciente y la familia se analizan los hallazgos y se explican cuáles son las pautas a seguir, haciendo las recomendaciones oportunas para cada caso específico. Para ello se explican que habilidades de la persona permanecen sin cambios y, que áreas se encuentran alteradas y el impacto que tendrán en la vida cotidiana de la persona y de la familia.

En aquellos casos en que tras una intervención específica la persona queda excluida de los sistemas de salud por considerar que existe cierta estabilidad y que la estimulación provocará leves mejorías, tanto pacientes como familiares se enfrentan a la incertidumbre de que problemas se van manteniendo a lo largo del tiempo y cuáles son las recomendaciones a seguir en esos casos. La evaluación neuropsicológica resulta costosa y en muchos casos las familias no tienen recursos suficientes para hacer frente a estos gastos, más aún cuando posteriormente es necesaria la puesta en marcha de algún tipo de intervención.

Para llevar a cabo el diagnóstico de DCA se deben cumplir una serie de criterios (Castellanos-Pinedo, Cid-Gala, Duque, Ramírez-Moreno, & Zurdo-Hernández, 2012):

- a) Se produce una lesión que afecta al encéfalo de manera total o parcial (cerebro, tronco cerebral y/o cerebelo).
- b) La lesión ocurre de manera aguda, esto es, en un periodo de segundos o días.
- c) Aparecen una serie de alteraciones a raíz de la lesión, objetivable a través de la exploración o pruebas clínicas.
- d) Las alteraciones producen cierto deterioro del funcionamiento y la calidad de vida de la persona con respecto a la situación previa.
- e) Las enfermedades hereditarias, degenerativas y del nacimiento no son la causa de dichas lesiones.

Cumplidos estos criterios, la valoración del paciente se llevará a cabo a través de la observación conductual en el entorno en el que se encuentre, la entrevista al propio paciente y a sus familiares, el análisis de los síntomas que aparecen tras la lesión y la aplicación de pruebas estandarizadas de evaluación cognitiva y funcional.

Para conocer el perfil de la persona hay que tener en cuenta diferentes consideraciones:

- Las características cognitivas. Se debe analizar el rendimiento en diferentes pruebas cognitivas de orientación, memoria, atención, funciones ejecutivas, habilidades visoespaciales y visoconstructivas, así como la conciencia de los déficits. Esto permitirá discernir que funciones están alteradas y en qué medida, y cuales se mantienen preservadas tras la lesión.
- Las características conductuales y emocionales. Existen determinadas características (irritabilidad, agresividad, depresión, ansiedad, desmotivación, falta de autocontrol, etc.) que como hemos visto anteriormente son muy comunes tras sufrir un daño cerebral y que pueden influir tanto en el pronóstico futuro como en las medidas de rendimiento cognitivo, y que por tanto, deben ser tenidas en cuenta sobre todo en las fases de mayor inestabilidad.
- La información aportada por los familiares. Es muy importante contrarrestar la información del paciente con el/la cuidadora principal. Esto nos permitirá conocer el estado previo de personalidad, nivel de actividad, la presencia de cambio cognitivos, conductuales y emocionales, y el rol previo y actual de los miembros de la familia.
- La revisión de informes médicos, pruebas de neuroimagen y tratamientos y valoraciones previas.

5.6.2. Herramientas de evaluación cognitiva tradicional para DCA

La evaluación neuropsicológica en daño cerebral adquirido es multifactorial. Esto permite ayudar al paciente “dirigiendo el foco médico hacia los diferentes aspectos que pueden verse afectados para comprender mejor el diagnóstico diferencial, las fortalezas, tanto cognitivas como conductuales, y las debilidades, ya que todo ello se relaciona con la lesión e influye en el desarrollo de estrategias y en las recomendaciones de intervención”

(Podell, Gifford, Bougakov, & Goldberg, 2010). Así, resulta imprescindible llevar a cabo evaluaciones periódicas individualizadas de manera que se vayan adecuando los objetivos y las metodologías utilizadas de acuerdo al estado del paciente. Es importante hacer hincapié en la naturaleza cambiante de los síntomas que conlleva un DCA, ya que pueden variar en días y semanas.

La valoración cognitiva puede realizarse comenzando con pruebas de screening, pasando por baterías generales para, posteriormente, aplicar pruebas específicas en función de las necesidades y afectaciones concretas de cada persona.

A) Pruebas de screening

Las pruebas de screening utilizadas frecuentemente en DCA son las mismas que las que se utilizan para otro tipo de poblaciones con deterioro cognitivo. La mayoría han sido diseñadas originalmente para la cuantificación de los déficits cognitivos en personas mayores pero actualmente se utilizan en pacientes con diferentes patologías como forma de tener una visión rápida del estado cognitivo y valorar la necesidad de una evaluación neuropsicológica más precisa. Entre las pruebas de screening más utilizadas en DCA encontramos las siguientes:

1. Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al., 1975). (Descrita en Capítulo 2, apartado 2.2.)

Muchos estudios utilizan el MMSE para determinar el estado cognitivo de pacientes con DCA (Ganti, Daneshvar, Ayala, Bodhit, & Peters, 2016; Müller et al., 2017). No obstante, a pesar de que se ha demostrado su utilidad para la detección de deterioro cognitivo y la discriminación entre personas con DCA y personas sanas (Zhao et al., 2018), se ha hecho hincapié en la necesidad de utilizar otras pruebas en esta población (Elhan et al., 2005).

2. Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (Nasreddine et al., 2005) (Descrita en Capítulo 2, apartado 2.2)

Estudios recientes han demostrado que el MoCA es útil para supervisar el cambio cognitivo después de un DCA (Lim et al., 2016) y que además permite diferenciar entre TCE severo y moderado (de Guise et al., 2014).

3. East Boston Memory Test (EBMT) (Gfeller & Horn, 1996). Este test consta de una breve historia compuesta por tres oraciones cortas, cada una de las cuales contiene dos ideas. Lo que se pide a la persona es que repita la historia inmediatamente después de su presentación. Para aquellas que cometen más de dos errores en la recuperación inmediata, se les pide que la vuelvan a recordar después de una tarea de distracción de unos 2 minutos. La duración total de la prueba es de aproximadamente 5 minutos.

4. Brain Injury Cognitive Screen (BICS) (Vaughan, F.L., Roberts, C.B., Neal, Perry, A., & Coetzer, B.R., 2005). Fue diseñada como una herramienta de evaluación inicial breve y estandarizada del deterioro cognitivo debido a una lesión cerebral. La evaluación está enfocada a la memoria, la atención y el procesamiento de la información, y la función ejecutiva. Los subtests para los diferentes dominios son los siguientes:
 - Memoria: aprendizaje de lista de palabras (suma de 4 intentos de 9 ítems); recuerdo demorado de lista de palabras; memoria visual inmediata y demorada; memoria de reconocimiento facial, y, memoria prospectiva.
 - Función ejecutiva: fluencia verbal; similitudes; respuesta de inhibición; y selección de tarjetas según categorías.
 - Atención: búsqueda visual; secuencia de dígitos; cálculo; y, recuento de líneas.
 - Complementarios: copia de dibujo, reconocimiento de objetos y denominación de objetos.

Los estímulos se presentan en la pantalla del ordenador como una presentación de PowerPoint e incluye: instrucciones escritas, audios, fotografías y dibujos. Contiene elementos de prueba y se corrige manualmente.

En un estudio sobre la validez preliminar de la BICS en pacientes con DCA traumático y no traumático se llegó a la conclusión de que es una herramienta con buena sensibilidad y fiabilidad. Todos los pacientes puntuaron más bajo en

memoria, función ejecutiva y, atención y procesamiento de la información que los controles sanos (Vaughan, Neal, Mulla, Edwards, & Coetzer, 2017). Sin embargo, es necesario realizar más estudios al respecto y con una muestra mayor.

B) Baterías generales

Este conjunto de pruebas explora las principales funciones cognitivas de forma sistematizada, con el objeto de detectar y tipificar la existencia de un daño cerebral. Las baterías generales utilizadas pueden ser fijas o más flexibles, esto es, utilizadas de manera estándar para cualquier tipo de paciente independientemente del tipo de lesión o basados en el tipo de daño y las características de cada paciente (Podell et al., 2010).

Dentro de las baterías generales encontramos:

1. Batería neuropsicológica de Halstead-Reitan (HRNTB) (Reitan, R.M. & Wolfson, D., 1993)

Es una batería que permite evaluar: aprendizaje y memoria, lenguaje, rapidez y coordinación psicomotora, atención y concentración, percepción, lateralidad, capacidad de analizar información y forma conceptos mentales, función ejecutiva, etc. Está formada por 9 pruebas de aplicación independiente:

- Test de Categorías. Está compuesto de 208 estímulos clasificados en 7 series, que siguen 4 principios. La persona debe decir que principio sigue cada ítem. Tras ello se le da feedback mediante dos tipos de sonidos.
- Test de Ejecución Táctil. Los materiales utilizados son un tablero con orificios y diez figuras que encajan en ellos. El objetivo de la tarea es insertarlos con los ojos tapados, primero con su mano preferida, luego con la última y, por último, con ambas manos. Posteriormente se retira el tablero y se pide que recuerde y dibuje las figuras, tanto su forma como su ubicación.
- Test de Ritmo de Seashore. Utiliza 30 sonidos cada uno con 2 patrones rítmicos diferentes que se presentan mediante una cinta magnetofónica. La tarea consiste en indicar si los patrones son iguales o diferentes.

- Test de Percepción de Palabras sin Sentido. Consta de una serie de palabras sin sentido que la persona escucha a través de una cinta magnetofónica y que debe reconocer entre el conjunto de elementos que se le presentan en forma escrita.
- Test de Golpeteo. Consiste en presionar una palanca con el dedo índice lo más rápido posible durante 10 segundos. Hay un total de 5 ensayos para cada mano y se realizan de manera alterna.
- Test de Afasia Indiana-Reitan. Está compuesto por de 42 ítems para evaluar lenguaje expresivo, receptivo y también de lectura, escritura y calculo.
- Examen Senso-perceptivo. A través de este subtest la persona tiene que realizar tareas de percepción con estimulación bilateral (táctil, auditiva y visual), reconocimiento de dedos mediante la estimulación táctil, percepción de números escritos en la punta de los dedos, y reconocimiento táctil de formas: cruz, cuadrado, triángulo y círculo.
- Dominancia Lateral. Consiste en la realización de una serie de tareas para determinar cuál es la mano, el pie y el ojo dominante así como cuáles son las capacidades de la otra.
- Test de Trazado. Este test está compuesto por dos tareas diferentes. La primera, la A, consta de 25 círculos (del 1 al 25) distribuidos en una hoja, que el sujeto debe unir en orden mediante una línea lo más rápido posible. En la parte B, los 25 círculos contienen números y letras, y la persona también debe unirlos trazando una línea pero esta vez alternando números y letras en orden (números de menos a mayor, y letras siguiendo el orden del abecedario).

Esta batería ha sido utilizada frecuentemente para detectar el deterioro posterior a una lesión cerebral y ha mostrado ser útil para diferenciar entre pacientes y personas sanas (Goldstein, Allen, & Caponigro, 2010; Sweeney, 2017). No obstante, la puntuación óptima de corte para la detección de problemas cognitivos puede variar cuando es utilizada en poblaciones diferentes (Horwitz, Lynch, McCaffrey, & Fisher, 2008). Recientemente se ha desarrollado una versión de ordenador equiparable a la versión original (Nici & Hom, 2013), pero necesitará de nuevos estudios de validación.

2. Escala de inteligencia de Wechsler (WAIS) (Wechsler, 1955)

Esta escala cuenta con diferentes versiones: la versión americana original de la WAIS apareció en 1955, posteriormente se publicó el WAIS-R en 1981, la WAIS- III en 1997, y la versión más reciente, la WAIS- IV se publicó en el año 2008 (Campos, 2013). Esta última versión (Wechsler, D., 2008) cuenta con 15 test que se clasifican en cuatro escalas:

- i. Comprensión verbal: Semejanzas, Vocabulario, Información y Comprensión.
- ii. Razonamiento perceptivo: Cubos, Matrices, Puzzles visuales, Balanzas y Figuras incompletas.
- iii. Memoria de trabajo: Dígitos, Aritmética y Letras y números.
- iv. Velocidad de procesamiento: Búsqueda de símbolos, Clave de números y Cancelación.

Comprensión, Balanzas y Figuras incompletas, Letras y números y Cancelación son tests opcionales. Los tests principales permiten obtener cinco puntuaciones: Índice de comprensión verbal, Índice de razonamiento perceptivo, Índice de memoria de trabajo, Índice de velocidad de procesamiento y CI total. El tiempo de aplicación oscila entre los 60 y los 90 minutos y se puede aplicar a personas de edades comprendidas entre los 16 y los 90 años.

En un estudio reciente llevado a cabo para comprobar la utilidad diagnóstica de las subpruebas del WAIS-IV con 205 pacientes con lesión cerebral se encontró que en general, a pesar de que la especificidad era buena, la sensibilidad era baja y variable (Erdodi et al., 2017). Estos resultados son similares a los de un estudio previo que examinó la relación del Índice de capacidad general y el Índice de competencia cognitiva en dos muestras clínicas, una con esclerosis múltiple y otra con TCE, donde se encontró una baja precisión para discriminar los grupos (J. Ryan, Kreiner, Glass Umfleet, Gontkovsky, & Myers-Fabian, 2018).

3. Batería neuropsicológica Luria-Nebraska (LNNB) (Golden, Purisch, & Hammeke, 1979)

Esta batería fue diseñada para discriminar pacientes con daño neurológico. Está compuesta por 269 ítems, distribuidos en 11 subescalas que evalúan desde funciones motoras hasta problemas de aprendizaje y memoria. Las distintas subescalas son:

- i. Funciones Motoras (51 ítems): movimientos motores simples con manos, boca y lengua; habilidades de coordinación simple, percepción visoespacial, etc.
- ii. Funciones Acústico-Motoras (12 ítems): diferenciación de tonos y ritmos de sonido.
- iii. Funciones Cutáneas y Kinestésicas (24 ítems): evaluación de sensaciones cutáneas musculares, articulatorias y de estereognosis; evaluación del umbral, localización, e identificación y discriminación de estímulos; identificación y reproducción de movimientos de las extremidades; e identificación de objetos puestos en la palma de la mano.
- iv. Funciones Visuales (14 ítems): evaluación de la percepción visoespacial.
- v. Lenguaje Receptivo (32 ítems): discriminación y reproducción de sonidos básicos del habla, identificación de objetos familiares en una serie de dibujos y comprensión de estructuras gramaticales lógicas.
- vi. Lenguaje Expresivo (32 ítems): articulación de sonidos del habla, denominación, clasificación y generación de descripciones narrativas de objetos.
- vii. Lectura (12 ítems): evalúa la lectura de sonidos, palabras, frases y párrafos, y la capacidad de analizar y sintetizar.
- viii. Escritura (12 ítems): escritura de letras y palabras dictadas y copiadas.
- ix. Destrezas Aritméticas (21 ítems): identificación de números arábigos, y romanos, identificación del significado de la posición de los dígitos, comparación de cantidades numéricas, sumas, restas y multiplicaciones.
- x. Procesos Mnésicos (12 ítems): retención y recuperación de material visual, acústico, kinestésico y verbal, y procesos de aprendizaje y de memoria lógica.
- xi. Procesos Intelectuales (33 ítems): interpretación de temas pictóricos y verbales, formación de conceptos, clasificación de objetos, comprensión de analogías y relaciones aritméticas complejas, y razonamiento lógico.

El tiempo de aplicación oscila entre los 90 y los 150 minutos, se obtienen 14 puntuaciones diferentes y su aplicación es apta para personas de 15 años de edad en adelante.

Es un instrumento estandarizado que ha mostrado una alta consistencia interna y poder para discriminar entre personas con daño cerebral y personas sanas (confiabilidad entre .89 y .95) (Teichner, Golden, Bradley, & Crum, 1999). No obstante, a pesar de ser flexible y relativamente breve, ha sido criticada por estar basada en la subjetividad y en la necesidad de experiencia clínica para su uso (Bausela Herreras, 2008).

C) Pruebas específicas

Tras la realización de una evaluación global y la detección de los dominios cognitivos alterados, suelen usarse pruebas más específicas para determinar, con mayor exactitud, la severidad del deterioro. Dada la enorme diversidad de pruebas para cada dominio cognitivo, a continuación solo se describen brevemente varias de ellas para algunas funciones.

➤ Memoria

- 1) Subtest dígitos (WAIS-IV) (Wechsler, D., 2012). Evalúa atención y memoria de trabajo. Las dos tareas más utilizadas son: dígitos directos, repetición de una serie de números en el mismo orden en que el examinador los presenta de manera oral; y, dígitos inversos, repetición de la secuencia de números de manera inversa.
- 2) Subtest Letras y Números (WAIS-IV) (Wechsler, D., 2012). Evalúa memoria de trabajo. Se presentan oralmente distintas secuencias de números y letras mezclados y la persona debe repetirlos pero de manera ordenada: primero los números de manera ascendente y después las letras por orden alfabético.
- 3) Test de la Figura Compleja de Rey (Meyers & Meyers, 1995). Fue diseñada para evaluar fundamentalmente memoria visual en personas con daño cerebral, aunque también evalúa percepción visual. Consiste en copiar un dibujo geométrico complejo y, posteriormente, reproducirlo tras un intervalo de 3 minutos sin tenerlo a la vista.

- 4) Hopkins Verbal Learning Test-Revised (HVLT-R) (Brandt, 1991). Evalúa aprendizaje y memoria verbal. Dispone de 6 formas distintas. La tarea consiste en leer una lista de palabras que la persona debe repetir. Este proceso se realiza 3 veces y, posteriormente, tras un intervalo de 20 minutos, se realiza un ensayo de recuerdo libre demorado, un ensayo de recuerdo con claves y otro de reconocimiento.

➤ Atención

- 1) Trail Making Test (A y B) (Reitan, 1958). La parte A evalúa atención selectiva y consiste en unir 25 números, repartidos en un folio, en orden ascendente. La parte B evalúa atención alterna e inhibición y flexibilidad mental y, la tarea consiste en unir, de manera alterna y en orden ascendente, los números y letras que aparecen repartidos en un folio.
- 2) Test breve de atención (TBA) (Schretlen, Bobholz, & Brandt, 1996). Mide atención dividida. Consiste en leer 10 listas con números y letras de longitud variable (entre 4 y 18 elementos). El evaluado debe indicar cuántos números hay en cada lista ignorando las letras. Luego se administran otras 10 listas pero con el objetivo de que cuente las letras en vez de los números.
- 3) Test de atención d2. Evalúa la atención sostenida y selectiva mediante una tarea de cancelación. Está compuesto por 14 líneas con letras d y p. Algunas grafías van acompañadas de una, dos, tres o cuatro líneas cortas. La persona debe marcar solo las letras d que tenga dos rayitas repartidas en cualquier posición. Cada línea debe realizarse durante 20 segundos, una vez pasado ese tiempo, debe cambiar inmediatamente a la siguiente línea.

➤ Función ejecutiva

- 1) Torre de Hanoi. Evalúa la capacidad de planificación y la función ejecutiva. Consiste en trasladar una torre de discos a lo largo de tres varillas. El evaluador ofrece una configuración inicial, e indica otra final que debe conseguir el evaluado, para ello debe planificar como hacerlo.
- 2) Wisconsin Card Sorting Test (Test de Cartas de Wisconsin) (Grant & Berg, 1948). Evalúa razonamiento abstracto y flexibilidad mental.

Tiene dos juegos de 64 cartas cada uno que se combinan atendiendo a tres clases de atributos: forma, color y número. La tarea consiste en que la persona debe ordenar las cartas de acuerdo a uno de esos criterios. Una vez que realiza diez respuestas correctas consecutivas se cambia el criterio de clasificación sin advertencia previa. El sujeto debe detectar cual es y cambiar sino se considera como errores perseverativos.

- 3) Stroop D-KEFS. Evalúa el efecto de la interferencia y la flexibilidad mental. Está compuesto por cuatro láminas con cuadrados de colores o nombre de los colores. En la primera debe nombrar el color de los cuadrados que aparecen lo más rápido posible; en la segunda, leer el nombre de los mismos que aparecen escritos; en la tercera, debe decir el color de la letra en el que están escritas las palabras; y, en la cuarta, debe leer los estímulos en unas ocasiones y en otras decir el color de la tinta en el que están escritas las letras.

5.6.3. Herramientas de evaluación computarizadas para DCA

Al igual que en otro tipo de patologías, el desarrollo de herramientas computarizadas para la evaluación cognitiva en DCA ha incrementado en las últimas décadas. No obstante, la mayoría se encuentran en las primeras etapas de desarrollo y los estudios sobre sus propiedades psicométricas, especialmente su validación, y la utilidad de las mismas son escasos o presentan limitaciones (Cole et al., 2013). Es necesario realizar más investigación para esclarecer la relación entre las herramientas tradicionales y computarizadas de evaluación neuropsicológica y, utilizar diferentes tipos de muestra (Arrieux, Cole, & Ahrens, 2017; Randolph, McCrea, & Barr, 2005).

Las 4 pruebas computarizadas más comúnmente utilizadas en personas con daño cerebral adquirido se describen a continuación.

1. CogState (<https://www.cogstate.com/>). (Descrita en Capítulo 2, apartado 2.3.)

CogState ha sido ampliamente utilizado en atletas con conmoción cerebral en la mayoría de los estudios a través de la versión CogSport/Axon. Louey et

al. (2014) determinaron que esta prueba servía para detectar deterioro en personas con una lesión traumática con una sensibilidad y una especificidad que variaban entre 69-96% y 86.9-91.5% respectivamente. Estos resultados son similares a los de un estudio realizado en 2006 con 61 personas con TCE y 84 sujetos sanos, en los que los primeros mostraron un deterioro cognitivo estadísticamente grande y significativo en las pruebas de la batería computarizada tras sufrir la conmoción, especialmente en funciones motoras y de atención (Collie, Makdissi, Maruff, Bennell, & McCrory, 2006). Además, se ha realizado un estudio sobre la versión breve de CogState. En él se concluyó que esta batería tiene una validez de constructo adecuada y que es sensible al deterioro cognitivo de TCE. Sin embargo, su especificidad queda restringida debido al carácter breve de la misma y no lo diferencia de otros grupos clínicos como la esquizofrenia y la demencia (Maruff et al., 2009). Es por ello que esta versión solo puede ser usada para respaldar diagnósticos previos.

2. Automated Neuropsychological Assessment Metrics (ANAM) (<http://vitalifesciences.com/anam-faqs>). (Descrita en Capítulo 2, apartado 2.3.)

Woodhouse et al. (2013) llevaron a cabo un estudio con personas de una muestra ambulatoria con y sin deterioro cognitivo en el que la ANAM demostró tener una buena validez concurrente, representando el 37% de la tradicional Batería repetible para la Evaluación del Estado Neuropsicológico (RBANS). La sensibilidad y especificidad en la predicción de deterioro fue de 81% y 89.1% respectivamente, y la tasa de clasificación general de 87.9%. Resultados similares se encontraron en otro estudio con soldados con conmoción cerebral. Estas personas presentaron un peor rendimiento que los controles en todas las subpruebas de la ANAM y una capacidad discriminante del 81% (Kelly, Coldren, Parish, Dretsch, & Russell, 2012). Sin embargo, en una revisión realizada recientemente la ANAM han afirmado que de manera general las correlaciones de esta prueba tienden a ser de débiles a moderadas con respecto a pruebas neuropsicológicas tradicionales (Arrieux et al., 2017).

3. Immediate Post-Concussion Assessment and Cognitive Test (ImPACT) (<https://impacttest.com/>). Es una herramienta de evaluación computarizada online que consta de 6 módulos que evalúan: atención, aprendizaje, memoria visual y verbal, secuenciación numérica, tiempo de reacción y velocidad de procesamiento de la información en personas que han sufrido conmoción cerebral. Consta de 3 tipos de datos a recoger: demográficos, síntomas de la conmoción cerebral y pruebas neurocognitivas. Estas últimas se presentan en dos tiempos: con anterioridad y con posterioridad a la lesión para comparar y determinar si la persona puede regresar de forma segura a la actividad que realizaba. La duración estimada para la realización de las pruebas es de aproximadamente 25 minutos y se puede aplicar a personas de entre 12 y 59 años. Se realiza a través de un ordenador de escritorio o portátil con ratón que tenga acceso a internet y es administrado en presencia de una enfermera, un médico o un entrenador de atletismo, personas preparadas para ello. Los resultados son interpretados por un clínico cualificado. Su precio oscila entre los 400 y los 1200 euros al año.

En un estudio realizado en 2006 con 122 atletas que habían sufrido un TCE, ImPACT era capaz de detectar el deterioro cognitivo producido, lo que junto al autoinforme de síntomas incrementaba la adecuación del diagnóstico a un 93%, frente al reporte únicamente de síntomas (Van Kampen, Lovell, Pardini, Collins, & Fu, 2006). Broglio, Macciocchi, & Ferrara (2007) reportaron una sensibilidad de 79.2% en un estudio realizado con 75 atletas que tuvieron un TCE. Así, parece que ImPACT tiene una adecuada sensibilidad pero los estudios se han limitado solo a deportistas, por lo que nueva investigación es necesaria.

4. CNS-Vital Signs (<http://www.cnsvs.com/>). (Descrita en Capítulo 2, apartado 2.3.)

Se ha demostrado que esta batería es útil como instrumento para la detección de deterioro cognitivo en TCE grave, pero no como sustituto de las pruebas neuropsicológicas tradicionales ni permite diagnosticar o diferenciar entre trastornos. En un estudio llevado a cabo con distintas poblaciones de los 25

puntajes obtenidos siete alcanzaron una buena correlación ($r > 0.8$), y seis moderada ($r > 0.7$) (C. Gualtieri & Johnson, 2006). No obstante, es necesario realizar más estudios que confirmen estos datos, aporten más información sobre sus propiedades psicométricas y establezcan datos normativos en para diferentes poblaciones (Rijnen et al., 2017).

A nivel general, varios estudios han reportado algunas limitaciones de estas pruebas. En una revisión en la que se compararon estas pruebas se determinó que, en general, la fiabilidad test-retest y sensibilidad eran variables y generalmente moderadas, y que el poder discriminatorio entre los grupos es más bien débil (Nelson et al., 2016). Así, deben ser usadas con precaución y sólo como herramientas de detección de deterioro que complementen las evaluaciones y metodologías tradicionales (Arrieux et al., 2017), ya que, aunque sean capaces de detectar deterioro, ninguna de las pruebas computarizadas ha demostrado su utilidad como prueba diagnóstica y hay muy poca evidencia de la validez discriminante con respecto a las pruebas tradicionales. Sigue siendo el clínico quién debe cumplir este papel basándose en los datos proporcionados por diferentes fuentes (C. Gualtieri & Johnson, 2006). Además, la mayoría de los estudios se centran en personas con TCE, especialmente deportistas y militares, siendo escasos los estudios con otros tipos de daño cerebral adquirido.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

CAPÍTULO 6
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un programa de evaluación y estimulación cognitiva basado en nuevas tecnologías y comprobar su validez para personas mayores y con daño cerebral adquirido.

OBJETIVO 1

Diseñar, crear y validar versión preliminar

Usabilidad
Estudio 1

Validación preliminar
Estudio 2

OBJETIVO 2

Validar la eficacia de VIRTRA-EL

VIRTRA-EL vs Estándar
Estudio 3

OBJETIVO 3

Mejorar el módulo de estimulación de VIRTRA-EL

Análisis e individualización de ejercicios
Estudio 4

Validez ecológica
Estudio 5

Inclusión de una red social
Estudio 6

OBJETIVO 4

Extensión a otras poblaciones

Validación módulo de evaluación en DCA
Estudio 7

CAPÍTULO 6. Justificación y objetivos

6.1. Justificación y objetivo general

En los últimos años se está produciendo un aumento acelerado del porcentaje de la población correspondiente al grupo de personas mayores. Se trata del éxito de numerosos avances científicos y políticas de salud para mayores, pero conlleva una serie de consecuencias importantes a nivel económico, sanitario y social. El envejecimiento de la población se acompaña de una gran preocupación de los mayores y sus familiares por el estado cognitivo, hasta convertirse en uno de los mayores motivos de consulta en los servicios de atención primaria. Más de la mitad de las personas mayores con quejas cognitivas subjetivas son diagnosticadas de Deterioro Cognitivo Leve o demencia en los 6 años siguientes, necesitando grandes recursos y apoyos por parte de su familia y el sistema sociosanitario.

Por otro lado, el interés en el daño cerebral adquirido ha aumentado de manera significativa en los últimos años por el incremento de la supervivencia tras las lesiones y tumores cerebrales. En España se estima que hay más de 420.000 personas con discapacidad crónica tras una lesión neurológica sobrevenida.

El foco de interés de esta tesis está en las poblaciones de mayores y de personas con DCA, que se caracterizan por compartir una serie de aspectos de gran relevancia:

- Son especialmente prevalentes y representan un grave problema económico, sanitario y social para las personas que lo padecen, su familia y el conjunto de la sociedad.
- En la mayoría de los casos se producen alteraciones a nivel cognitivo, emocional y/o conductual.
- En un alto porcentaje de casos se puede intervenir para amortiguar, reducir o evitar el deterioro y sus consecuencias, lo que posibilita la puesta en marcha de medidas que reduzcan o eviten sus niveles de cronicidad y dependencia.
- Se enfrentan a una situación de escasez de servicios de valoración e intervención específica y a una desigualdad de acceso a los mismos, especialmente si viven en lugares rurales y remotos.

Ante esta situación crítica, cuya tendencia es seguir aumentando, resulta primordial la creación y puesta en marcha de medidas que permitan mantener y mejorar la calidad de vida no solo de los pacientes, sino también de los cuidadores que ven interrumpida su vida en pro de la atención del familiar afectado. En primer lugar, partimos de la necesidad de evaluar el estado cognitivo de estas poblaciones numerosas para valorar si existe deterioro, tanto si es por DCA como por envejecimiento normal, DCL o inicio de otras patologías mayores. En segundo lugar, se debería intervenir de una forma óptima y sostenible para prevenir y reducir la discapacidad a largo plazo.

Los avances en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han permitido el desarrollo de programas de evaluación y estimulación cognitiva a través de ordenador. Esto supone un paso importante en el ámbito de la neuropsicología clínica puesto que permite la posibilidad de disponer de herramientas válidas y fiables, pero más económicas y de mayor accesibilidad para los pacientes. Algunas de ellas han demostrado su utilidad en la prevención y la reversión del deterioro cognitivo en estas poblaciones. Sin embargo, los estudios al respecto indican que la mayoría siguen presentando importantes limitaciones tales como:

1. Suponen un importante costo para los familiares, lo que equivale a que muy pocas personas puedan acceder a ellos.
2. Suelen trabajar con funciones cognitivas aisladas.
3. Tienen una escasa base científica y los que sí que la tienen presentan limitaciones metodológicas o están dirigidos a poblaciones muy específicas.

Por todo ello, el **objetivo general** de esta tesis fue *diseñar un programa de evaluación y estimulación cognitiva basado en nuevas tecnologías y comprobar su validez para personas mayores y personas con daño cerebral adquirido en fase crónica.*

6.2. Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general se planificaron cuatro objetivos específicos que se fueron cumpliendo a través de una serie de seis estudios.

- **Objetivo 1.** Diseñar y determinar la usabilidad y validez de una versión inicial de un programa computarizado de evaluación y estimulación cognitiva para mayores. Hipotetizamos que:

- Hipótesis 1: el programa computarizado diseñado tendrá unos parámetros adecuados de usabilidad para personas mayores; las pruebas del módulo de evaluación mostrarán una validez concurrente adecuada y el módulo de estimulación será eficaz para mejorar el estado cognitivo de los mayores frente a un grupo control que también utiliza ordenador pero sin objetivos de estimulación.

Se desarrolló la versión inicial del programa para ser utilizado en sistemas Linux y se instaló en la red pública Guadalinfo (centros comunitarios de informática) bajo el nombre de Programa de Estimulación Cognitiva (PESCO). Se diseñaron pruebas para un módulo de evaluación inicial con el objetivo de valorar el estado cognitivo de los mayores y versiones paralelas de esas mismas pruebas para comprobar al final la eficacia pre-post de los ejercicios de estimulación. Para ello, se crearon versiones computarizadas de tareas ampliamente utilizadas en la literatura científica y también se desarrollaron pruebas novedosas. Las pruebas evalúan los dominios neuropsicológicos de atención, aprendizaje y memoria y función ejecutiva (componentes de memoria de trabajo, planificación y razonamiento).

Para el módulo de estimulación se diseñaron ejercicios novedosos dirigidos al entrenamiento de esas mismas funciones cognitivas. En el diseño se cumplieron una serie de requisitos:

- Estar basadas en conocimientos y paradigmas de la neurociencia.
- Ofrecer de forma algorítmica diferentes grados de dificultad en base al nivel del usuario y su grado de evolución, con el objetivo de que siempre estuviese presente la condición de reto cognitivo creciente.
- Incluir algunos estímulos que representen objetos y contextos de la vida real con los que los usuarios puedan estar familiarizados, con el objetivo de favorecer la validez ecológica y fomentar la transferencia de las mejoras a las actividades de la vida diaria.
- Facilidad de uso y accesibilidad para personas sin habilidades informáticas

Una vez creado y pilotado el programa se iniciaron los 2 primeros estudios de la tesis:

❖ Estudio 1. Se administró la versión inicial (denominada PESCO) a una muestra de 43 mayores y se registraron los parámetros habituales de usabilidad.

❖ Estudio 2. Participaron 2 grupos de mayores:

En el grupo experimental se incluyeron 36 personas a las que se les administraron test estandarizados y el módulo de evaluación inicial incluido en PESCO. A continuación, realizaron los ejercicios del módulo de estimulación cognitiva y finalmente se llevó a cabo una evaluación post-estimulación con las mismas pruebas pero en las versiones paralelas que aparecen incluidas al final del programa PESCO.

El grupo control estuvo formado por 34 mayores que también fueron evaluados en los momentos pre y post mediante las pruebas de PESCO. Este grupo control recibió las mismas sesiones de trabajo con ordenador y durante el mismo tiempo que el grupo experimental, pero dedicadas a mejorar el manejo del ratón, realizar juegos y llevar a cabo navegación libre por internet.

Los hallazgos se encuentran publicados en un artículo de una revista Q1 del JCR:

Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M. V., Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2014). Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(88), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-88>

Superada la fase de diseño y validación de la versión inicial, el programa informático se convirtió a lenguaje HTML, CSS, JavaScript y PHP para extender y facilitar su acceso a través de cualquier dispositivo conectado a internet. El programa pasó a ser una plataforma web denominada VIRtual TRaining in the ELderly (VIRTRA-EL) para facilitar la difusión de resultados en revistas internacionales y, una vez terminada la tesis continuar la línea de investigación con la preparación de una versión en inglés aplicable en otros países.

- Objetivo 2. Determinar la eficacia de VIRTRA-EL para mejorar el estado cognitivo de las personas mayores con y sin DCL frente a un programa de estimulación cognitiva estándar en formato presencial.

Hipotetizamos que:

- Hipótesis 2: la eficacia de la estimulación con la plataforma VIRTRA-EL para mejorar los aspectos cognitivos entrenados será significativamente mayor que la de un programa de estimulación cognitiva estándar.

Para lograr el objetivo se llevó a cabo el tercer estudio de la tesis:

- ❖ Estudio 3. Se administraron diferentes tipos de estimulación cognitiva a dos grupos de mayores igualados en características sociodemográficas y parámetros de tiempo, frecuencia y duración de la estimulación:
 - Grupo experimental: 55 mayores que recibieron la estimulación a través de VIRTRA-EL.
 - Grupo control: 20 mayores que asistieron a un programa estándar de estimulación cognitiva.

Los resultados de este estudio mostrando la eficacia de VIRTRA-EL se encuentran en fase de envío a una revista:

Rute-Pérez, S., Rodríguez-Almendros, M.L., Vélez-Coto, M., Pérez-García, M., & Caracuel, A. (pendiente de envío). Validación de la eficacia de VIRTRA-EL en personas mayores.

- Objetivo 3. Mejorar el módulo de estimulación de VIRTRA-EL mediante el análisis del rendimiento en los propios ejercicios de entrenamiento, la adaptación y personalización de los ejercicios, la incorporación de escenarios 3D que aumenten la similitud con la vida real, y la inclusión de aspectos socioemocionales durante la estimulación mediante el uso de una red social digital.

Hipotetizamos que:

- Hipótesis 3: el software de VIRTRA-EL es compatible con la inclusión de nuevas utilidades en el módulo de estimulación que mejoren la adaptación y personalización de los ejercicios a cada usuario y la similitud con los contextos reales, y la inclusión de aspectos

socioemocionales mediante el uso de una red social aumentará la eficacia del módulo de estimulación.

Para conseguir este objetivo se realizaron los estudios 4, 5 y 6.

❖ Estudio 4. Se llevaron a cabo:

- El análisis de la ejecución de los mayores en el ejercicio “Clasificación y memorización de imágenes” y la determinación de la evolución del rendimiento cognitivo en el ejercicio a lo largo del periodo de estimulación.
- La mejora de la adaptación de los ejercicios al usuario mediante un sistema inteligente para la toma de decisiones basado en reglas que mejora la adaptación automática de los ejercicios al rendimiento que el usuario esté mostrando en cada momento y mediante la herramienta de configuración de VIRTRA-EL para el perfil de terapeuta que ofrece la posibilidad de personalizar los estímulos y parámetros de los ejercicios.

Los resultados de este estudio se encuentran publicados en un capítulo de libro de la editorial Springer (Hornos et al., 2018).

Hornos, M. J., Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Rodríguez-Almendros, M. L., Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2018). Visual working memory training of the elderly in VIRTRAEL personalized assistant. In A. Costa, V. Julian, & P. Novais (Eds.), *Personal Assistants: Emerging Computational Technologies* (Vol. 132, pp. 57–76). Springer.

❖ Estudio 5. Se diseñaron dos escenarios 3D para facilitar la validez ecológica mediante un aumento de la similitud entre los contenidos, tareas y entornos de los ejercicios y la vida real. Para ello se incluyeron actividades instrumentales de la vida diaria como cocinar, usar transporte público, manejar finanzas, hacer compras, etc. En el diseño se aplicaron parámetros basados en las evidencias sobre la mejora del funcionamiento ejecutivo: mantenimiento de intenciones, manejo de la multitarea, flexibilidad entre tareas, etc.

Los escenarios resultantes del estudio 4 están en fase de integración dentro de VIRTRA-EL y se han publicado detalladamente en:

Rodriguez-Fortiz, M. J., Rodriguez-Dominguez, C., Cano, P., Revelles, J., Rodriguez-Almendros, M. L., Hurtado-Torres, M., & Rute-Perez, S. (2016). Serious Games for the Cognitive Stimulation of Elderly People. In *2016 Ieee International Conference on Serious Games and Applications for Health*. New York: Ieee.

- ❖ Estudio 6. Se administró VIRTRA-EL a dos grupos compuestos cada uno por 43 mayores. En uno de los grupos además se llevó a cabo un entrenamiento en el uso de la red social Facebook para añadir aspectos socioemocionales durante la estimulación.

El artículo con los hallazgos del estudio 6 se encuentra en fase de envío a una revista:

Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Sánchez-Lara, E., Pérez-García, M., & Caracuel, A. (pendiente de envío). Mejoras de la estimulación cognitiva con VIRTRA-EL asociadas a la inclusión de una red social digital.

Demostrada la eficacia de la estimulación en mayores (objetivo 2) y la versatilidad de la plataforma para llevar a cabo adaptaciones automáticas y por terapeutas para usuarios concretos (objetivo 3), se pretendió extender su uso a otras poblaciones que potencialmente pudiesen beneficiarse de la evaluación y/o entrenamiento con VIRTRA-EL.

- Objetivo 4. Determinar la validez de VIRTRA-EL para la evaluación de la capacidad atencional, de aprendizaje, de memoria y de función ejecutiva de personas con daño cerebral adquirido en fase crónica. Hipotetizamos que:

- Hipótesis 4: las pruebas del módulo de evaluación de VIRTRA-EL serán válidas para evaluar el estado cognitivo de las personas que se encuentran en una fase de cronicidad tras un daño cerebral adquirido.

Para alcanzar este objetivo se realizó el último estudio:

- ❖ Estudio 7. A un grupo de 32 personas con DCA en fase crónica se le administraron test estandarizados y el módulo de evaluación inicial y se analizó la validez concurrente de las pruebas.

Los hallazgos de este estudio se encuentran en fase de envío a una revista:

Rute-Pérez, S., Rodríguez-Fórtiz, M.J., Sáez-Sanz, N., Pérez García, M. & Caracuel-Romero, A. (Preparado para envío). Validación preliminar de las pruebas de evaluación online de VIRTRA-EL para personas con daño cerebral adquirido en fase crónica.

MEMORIA DE TRABAJOS

CAPÍTULO 7

DISEÑO Y VALIDACIÓN INICIAL DE VIRTRA-EL PARA MAYORES

(Estudios 1 y 2)

Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M. V., Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2014). Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11, 88. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-88>

RESEARCH

Open Access

Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly

Sandra Rute-Pérez¹, Sandra Santiago-Ramajo^{1,2*}, María Visitación Hurtado^{3,4}, María José Rodríguez-Fórtiz^{3,4} and Alfonso Caracuel^{5,6}

Abstract

Background: Computer-based cognitive stimulation applications can help the elderly maintain and improve their cognitive skills. In this research paper, our objectives are to verify the usability of PESCO (an open-software application for cognitive evaluation and stimulation) and to determine the concurrent validity of cognitive assessment tests and the effectiveness of PESCO's cognitive stimulation exercises.

Methods: Two studies were conducted in various community computer centers in the province of Granada. The first study tested tool usability by observing 43 elderly people and considering their responses to a questionnaire. In the second study, 36 elderly people completed pen-and-paper and PESCO tests followed by nine cognitive stimulation sessions. Meanwhile, a control group with 34 participants used computers for nine non-structured sessions.

Results: Analysis of the first study revealed that although PESCO had been developed by taking usability guidelines into account, there was room for improvement. Results from the second study indicated moderate concurrent validity between PESCO and standardized tests (Pearson's r from .501 to .702) and highlighted the effectiveness of training exercises for improving attention ($F = -4.111, p < .001$) and planning ($F = 5.791, p < .001$) functions.

Conclusions: PESCO can be used by the elderly. The PESCO cognitive test module demonstrated its concurrent validity with traditional cognitive evaluation tests. The stimulation module is effective for improving attention and planning skills.

Keywords: Application software, Software design, Cognitive evaluation, Cognitive stimulation, Aging

Background

Active aging is the process of optimizing opportunities for health, participation and security in order to enhance quality of life as people get older. The word "active" refers to continuing social, economic, cultural, spiritual and civic participation and not just the ability to be physically active or participate in the labor force [1]. A great deal of research has highlighted the important interdependence between the cognitive skills (attention, memory, language, reasoning, visuo-spatial, executive, etc.) and active

aging of the elderly [2]. The largest challenge facing the elderly is to combat dementia and maintain cognitive skills [3]. Cognitive decline affects how people perform their *Activities of Daily Living* (ADL), which are essential for independent living. The ADLs which are most quickly affected by cognitive impairment are *instrumental* activities (IADL). These activities include the ability to make decisions and to carry out tasks requiring more complex interactions with their surroundings (cooking and household chores, shopping, using public transport, handling money, managing medication, using the phone, etc.) [4]. Cognitive stimulation programs have proved effective for delaying ADL deterioration and consequently the onset of dementia [4,5]. There are, however, important drawbacks associated with standard face-to-face stimulation

* Correspondence: sandra.sramajo@unir.net

¹Clinical Neuropsychology Research Group, University of Granada, Granada, Spain

²International Research, University of La Rioja, La Rioja, Spain

Full list of author information is available at the end of the article

programs such as the cost of serving an extremely large and ever increasing population. This enormous challenge may be tackled with computer-based cognitive stimulation programs. Willis et al. [6] found that computer-based reasoning training results in long-term IADL maintenance. Despite the large scope of this finding, there remains the question of how should the challenge of universally extending the use of computers among the elderly be met. There are various key factors and these include usability, motivation, validity and universally free distribution.

It had already been suggested back in the 1970s that human factors research should design for older people by considering the deterioration that accompanies aging [7]. As people age, there is a reduction not only in their general ability to maintain attention but also in their sensory motor skills. It is therefore desirable to adapt cognitive software applications in order to improve their *usability* and *accessibility*. The International Organization for Standardization (ISO) defines *usability* as “the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use”. This includes methods for improving ease-of-use during the design process. *Accessibility*, on the other hand, is “the degree to which a product, device, service or environment is available to as many people as possible” [8,9]. Assistive and adaptive technology enables a person to complete an otherwise impossible task, thereby enabling the elderly and the disabled to live more independently and participate more fully in society.

The main limitations of the elderly in terms of health that must be considered when using a computer are [10,11]:

- Sight: reduction in the field of vision, ability to distinguish small details, process visual information and adjust to darkness
- Hearing: reduction in the ability to hear certain sound timbres or distinguish certain frequencies
- Mobility: slower response times, reduction in fine motor skills and greater fatigue
- Cognitive: decrease in attention span, especially if there are distractions, short-term and working memory loss.

Unlike younger generations, older people have less experience or are afraid of using computers and this results in the following difficulties [12,13]: they take longer to perform certain activities and to read instructions and textual information, they make more mistakes, they forget the point of the activity they are performing, they are more often confused by or do not understand technical language, they are reluctant or refuse to do something

they think will cause system failure, and they get more upset and often blame themselves if something goes wrong.

As well as being usable and accessible, programs should provide specific motivation for a population that both fears and rejects the computer. Factors, therefore, such as constant guidance through virtual peer models, feedback after valid cognitive skills assessment, encouragement after each exercise and gradual grading of the difficulty of activities may help keep the elderly motivated [14].

In 2010, Owen et al. wrote in *Nature* that “the widely held belief that commercially available computerized brain-training programs improve general cognitive function in the wider population in our opinion lacks empirical support” [15]. Validation of assessment tools and evidence of the effectiveness of training exercises was therefore necessary before sitting people in front of a computer.

One last idea for addressing the challenge is to attempt to develop a universal, free, open-source software application that may easily be adapted to different user profiles, languages and cognitive evaluation and stimulation requirements.

This paper had three main objectives: the first was to check recommendations and design solution guidelines and explore feedback in order to improve the usability of an open-software application, which we have called PESCO (from *Programa de Estimulación COgnitiva* in Spanish), for cognitive stimulation and evaluation; the second was to check the concurrent validity of tests for cognitive assessment of PESCO; and the third was to determine the effectiveness of training activities designed for cognitive stimulation.

Method

Software application

PESCO has been used both for evaluation and stimulation. It is an open-source Linux software application for cognitive stimulation in the elderly funded by a public regional body and which the authors of this study developed in 2011. The application is currently used in Guadalinfo Centers, which are local authority community computer centers in Southern Spain (<http://www.guadalinfo.es/centros>), and is available for download from the PESCO website (<http://asistic.ugr.es/pesco/>).

PESCO includes a series of tests for assessing cognitive status and exercises for training the cognitive skills which are believed to be linked to the early detection or delay of dementia: attention span, memory, reasoning and planning [6,16-18]. The exercises have different levels of difficulty, support and encouragement in order to improve adaptation to cognitive baseline status and motivation.

PESCO automatically records the time taken to perform each activity and the success and failure rate. Once

participants have successfully completed 80% of the PESCO items, they proceed to the next level and are given some form of reward.

PESCO has one two-session module for baseline assessment of subjects in four cognitive areas: two attention tests (Numbers, Pyramids), two memory tests (List of Words, Number-Vowel Sequencing), two reasoning tests (Series of Semantic, Series of Logic) and a planning test (Parcel delivery). Additionally, two questionnaires about ADL performance are included. All cognitive tests could subsequently be used for a post-stimulation assessment session. Parallel versions of the List of Words, Series of Semantic, Series of Logic and Parcel Delivery tests are used in this session. The two versions of the word list were performed with words of similar frequency of use [19]. The versions of the Series of Semantic and Logic were performed by randomizing items of similar difficulty. The two versions of the Parcel Delivery test differed in where the items were located on the screen. Subsequently, one cognitive stimulation module provides systematic learning through training exercises for each cognitive function. The stimulation module has nine sessions, each of which takes between 45 and 60 minutes. It is recommended that these are performed twice a week.

Cognitive stimulation of attention is based on two activities designed to train each relevant attention component. The first is *Balloons*, an n-back task [20] (1-back, 2-back and 3-back) designed with balloons which move from the right to left-hand side of the screen, and then appear and disappear one at a time in order to train both focused and sustained attention and working memory. The second is *Searching for Objects*, an exercise that has been specially designed to improve the user's sustained, selective and alternating attention. The user must scroll through the different rooms in the house shown in Figure 1. The aim of the game is to find any household

object which is in the wrong place and move it to its correct place. Users are also asked to collect the coins they find in each room. An example of one such room is shown in Figure 2. The user must find the objects which are not usually found in that room.

Three different exercises address various aspects of memory stimulation such as working memory, short- and long-term memory by coding, storage and recovery processes. The first is *Lists of Errands*, which is designed to improve verbal learning and episodic memory through strategy instruction and practice. In order to use ADL, the lists comprise common errands that elderly people normally carry out. The second is called the *Bag of Items*, a working memory training exercise based on a simulated walk through a neighborhood, in which the participant exchanges relevant objects in various local places. The last is the *Classifiable Objects* task which is based on semantic and category strategy use for learning new materials.

Reasoning skills are trained through five tasks (*Semantic Analogies*, *Logic Reasoning*, *Semantic Reasoning*, *Visual Reasoning* and *Sorting*) which focus on improving the ability to solve problems containing a serial, semantic or merely visual pattern.

The multitask-based exercise called *Gift Purchase* has been designed to improve planning skills (establishing goals, control implementation and measuring results). The screen shows a shopping area and the participant must buy a series of gifts for other people on account of each person's listed preferences and within a limited budget.

Three training exercises (*Searching for Objects*, *Lists of Errands* and *Gift Purchase*) simulate the ecological tasks or surroundings such as the home, neighborhood or shopping centers where users must perform specific everyday activities. Each training exercise has four levels of difficulty and users automatically proceed to the next

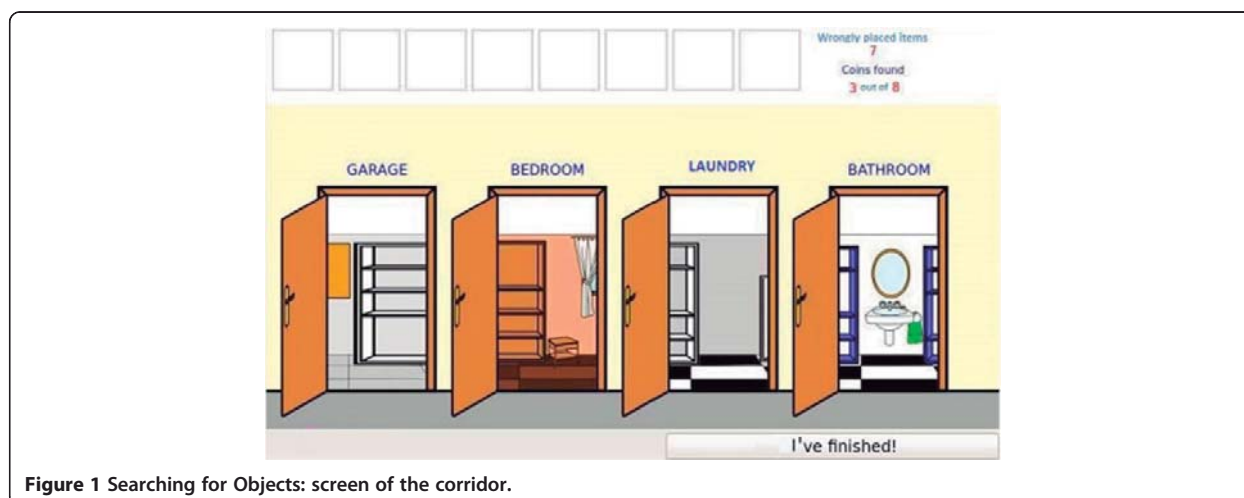


Figure 1 Searching for Objects: screen of the corridor.



Figure 2 Searching for Objects: screen of a room.

level as their performance improves. A full explanation and figures for each test and exercise are available on the PESCO website.

This software application was designed following the guidelines proposed by several authors [6-8] and as summarized in Table 1.

User interfaces were designed to be useable and accessible by the elderly following the proposed guidelines. Two elements were also added in order to motivate the elderly:

- A virtual assistant called Pepe was designed as a model users could identify with to offer guidance and explain the objectives and steps of each exercise. This also provides support and encouragement.
- Medals (gold, silver and bronze) are awarded to users at the end of each exercise to grade their performance. This kind of encouragement stimulates competitiveness and provides a sense of achievement.

At the beginning of each task, a screen provides instructions for the user (see Figure 3 for an example). A demo then follows in order to check that the user has really understood the test (see Figure 4). Finally, a screen provides the user with feedback about their performance using the incentive of gold, silver or bronze medals as a reward (see Figure 5).

Method

Study 1

This study attempted to confirm the hypothesis that PESCO may be used by older generations.

Participants

Forty-three elderly people (65% women) were recruited from four Guadalinfo centers (three of these in rural areas). The mean age was 74 years (SD = 10.9) and only

35% of the participants had previously used a computer (mean usage of 4.24 hours per week, SD = 2.25).

Procedure & assessments

In order to assess how PESCO adjusts to usability guidelines, two methods were used: (i) naturalistic observation while participants used the application, and recording of questions, doubts, opinions and spontaneous suggestions about the tool interface and interaction; and (ii) completion of a specifically designed questionnaire to evaluate user satisfaction, expectations and difficulties at the end of each of the twelve PESCO sessions, including cognitive assessment tests and stimulation exercises. All the community centers provided PCs and laptops and accessible computers with special switches and touch screens. Most of the participants interacted with the application using the mouse and only three used the touch screen. Training was supervised by a psychologist and a technician who observed the participants, answered questions, took notes and recorded user suggestions.

Statistical analysis

The McNemar test was applied to compare the differences between both assessments (baseline and post). Analyses were performed using the statistical package SPSS v19 [21].

Study 2

In order to achieve our second aim, we conducted a study to (i) validate cognitive tests and (ii) check the effectiveness of cognitive stimulation activities included in PESCO.

Participants

Two groups of participants were recruited from three Guadalinfo centers (two of these in rural areas). Thirty-six elderly people (55% women), with a mean age of 66

Table 1 Guidelines for accessibility and usability solutions for applications used by the elderly

Sight	High text-background contrast
	Large screens
	No flashing images or text
	High screen resolution
	Avoid the use of quick screens
	Clear, simple screens
	Minimum font size of 10-12pt
	Audio instructions rather than visual instructions
	Easy-to-read font
	Written content as an alternative to audio content
Hearing	Possibility of changing frequency and tone
	Possibility of changing the volume
Mobility	Separation between selectable objects
	Possibility of using different I/O peripherals
	Use of touch screen
Cognitive	Moving objects should not be used as cascading drop-down menus
	Show context information for guidance
	Limit functionality
	Facilitate the use of forms
	Design should be error-free
	Use short texts and images
	Tactile interface
	Assistant to provide guidance
	Use of demos and trial runs
	Use only one font face on the screen
	Limit the amount of information displayed
	Use clear, imperative instructions
	Show short, clear error message
	Encourage work and achievements
	Use of audio encouragement
Clear, imperative instructions	
Highlight selections	

years ($SD = 3.7$) were recruited for an experimental group involved in test validation and cognitive stimulation through PESCO. New participants were subsequently recruited for comparison (a control group) in order to check the effectiveness of PESCO stimulation. Thirty-four elderly people (67% women), with a mean age of 73 years ($SD = 5.8$) comprised the control group. Study inclusion criteria were that they should be aged between 60 and 80 years old, possess basic reading skills, score ≥ 21 in the Spanish version of the Mini-Mental State Examination [22], and not have been diagnosed with any cognitive impairment such as mild cognitive impairment, dementia or Alzheimer's. The MMSE mean

was 26.77 for the experimental group ($SD = 2.69$) and 26.67 for the control group ($SD = 2.76$). In terms of previous computer experience, 44% of the experimental group and 40% of the control group had used computers before. Samples of Studies 1 and 2 were independent. Both studies were approved by the Ethics Committee on Human Research of the University of Granada. Informed consent and ethical aspects were maintained.

Procedure & assessments

Subjects in the experimental group were assessed individually in the community computer centers with standard pen-and-paper tests of attention, memory, reasoning and planning (two 1-hour sessions in one week). Data from this assessment were used to determine concurrent validity of the PESCO tests and as a baseline for stimulation. Participants then immediately performed the five cognitive tests included in the PESCO baseline module test to evaluate the same skills (both test types are listed in Table 2). Data protection was guaranteed by the system of the community centers where the study was conducted. Each participant had a username and password to access PESCO. Data was stored on the local computer at the community center and could only be accessed by the person officially in charge of the center.

The standard pen-and-paper tests applied were the Digit, Letter-Number Sequencing, Similarities and Matrix Reasoning subscales of the Wechsler Adult Intelligence Scale-III (WAIS-III) [23]; the d2 Test of Attention [24]; the Hopkins Verbal Learning Test (Memory delay) [25]; the Zoo map (part 2) subtests of the Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome Battery [26]. The group then attended nine cognitive stimulation sessions as scheduled in PESCO (two weekly sessions, each lasting 45-60 minutes). Finally, participants attended the post-stimulation assessment session.

Once the experimental group had completed this procedure, the control group performed the PESCO baseline tests (two sessions in one week), used the community center computers for nine sessions over five weeks (two sessions per week) and attended the post-stimulation PESCO assessment session. During the nine sessions, the control group used a computer for 60 minutes for three different types of task based on the free software available in every Guadalinfo Center: 15 minutes with a standard program such as *Mouse Trainer* or *Keyboard and Mouse Games in Guadalinfo* to improve motor skills, 25 minutes with a LINUX gaming entertainment package where participants were free to choose games such as *Frozen Bubble*, and 20 minutes surfing the web.

Statistical analysis

Kolgomorov-Smirnov tests supported the normality of the distributions of the main dependent measures.

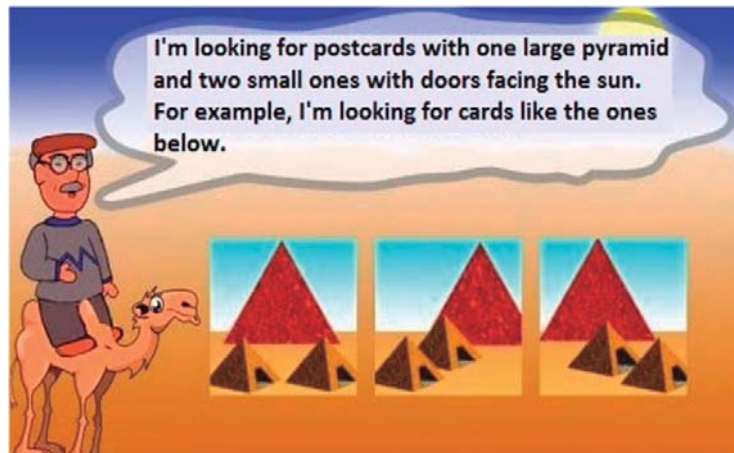


Figure 3 Instructions of the Pyramid Test.

Standardized test scores were compared with those of computerized tests using the Pearson correlation coefficient. Baseline differences between the experimental and the control group were tested with independent-sample t-tests (there were no significant differences in any variable) and the effectiveness of cognitive stimulation was tested using mixed analyses of variance (ANOVAs) 2 (Groups: experimental vs. control) * 2 (Time of evaluation: pre vs. post). All data were analyzed using the SPSS v19 statistical package [21].

Results

Study 1

By observing the participants and recording their comments, we discovered that some of the participants found it difficult to read not only the text in certain figures but

also long instructions, consequently misunderstanding the instructions and clicking any button (some users tended not to use the buttons that were intended, choosing instead to use other screen elements that were more meaningful to them). Several participants asked for the possibility of listening to the instructions. Most of the participants were looking forward to repeating cognitive stimulation in the coming sessions. There were significant improvements in the variables relating to difficulty, font size/type, instructions being understandable, tasks being enjoyable and tasks being pointless ($p < .05$). The variable "Screen buttons were difficult to use" was close to significant ($p = .092$).

Table 3 shows data taken from the usability questionnaires completed by participants after each assessment (at baseline and post-training times) and the training session.



Figure 4 Demo of the Pyramid Test.



Figure 5 Feedback screen. A medal is used to give feedback to the user.

Study 2

The results of how the experimental group participants performed in the PESCO tests and corresponding computerized standardized tests can be seen in Table 2. Data from both types of tests indicate that there are moderate and significant correlations between them in the four cognitive areas. The lowest correlation was found between the planning tests ($r = .501$) and the highest correlation was found between the working memory tests ($r = .702$).

Table 4 shows the results of the experimental and the control group in the PESCO tests at baseline and post-stimulation times. The interaction effects between the

group and time of assessment were significant in the three PESCO tests: Pyramids (visual attention), Number and Vowel sequencing (working memory) and Parcel Delivery (planning). These results showed a significant improvement by the experimental group in these three cognitive functions.

Discussion

This paper presents a software application for the elderly to tackle the challenge of cognitive decline. Other authors' results [6] showed that the onset of ADL deterioration can be delayed with cognitive computer training. For this purpose, we developed our PESCO software

Table 2 Results of experimental group participants in standardized and PESCO tests and correlations between both test types

			Mean (SD)	Pearson's <i>r</i>
Attention	Standard test	Digit (WAIS-III)	6.73 (2.01)	.573 ($p < .001$)
	PESCO test	Numbers	5.09 (1.95)	
	Standard test	d2 test of attention	85.71 (40.09)	.510 ($p = .005$)
	PESCO test	Pyramids	61.72 (22.6)	
Memory	Standard test	Memory delay of the HVLТ	4.03 (2.78)	.656 ($p < .001$)
	PESCO test	Memory delay of the list of words	4.73 (3.34)	
	Standard test	Letter-Number sequencing (WAIS-III)	5.19 (2.33)	.702 ($p < .001$)
	PESCO test	Number-Vowel Sequencing	6.36 (2.04)	
Reasoning	Standard test	Similarities (WAIS-III)	14.53 (4.23)	.552 ($p = .001$)
	PESCO test	Series of semantic	4.00 (1.02)	
	Standard test	Matrix reasoning (WAIS-III)	9.80 (4.43)	.578 ($p = .001$)
	PESCO test	Series of logic	2.41 (1.40)	
Planning	Standard test	Zoo map (part 2)	5.97 (3.17)	.501 ($p = .004$)
	PESCO test	Parcel delivery	13.68 (1.78)	

HVLТ: Hopkins Verbal Learning Test. WAIS-III: Wechsler Adult Intelligence Scale-III. Zoo map: Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome Battery. Raw correct test answers were used as variables, except in the case of Parcel Delivery where the number of actions needed was computed (the lower the number, the better the performance). PESCO tests are shown in bold.

Table 3 Questionnaire results: percentage of positive responses to the items at the end of each session

Items	Baseline assessment	Training	Post assessment	<i>p</i> McNemar test (baseline vs. post)
1. Tasks were difficult to use	39.5%	20.3%	11.6%	<.001
2. Tasks were frustrating	20.9%	10.4%	14%	.219
3. Screen buttons were difficult to use	25.6%	11%	9.3%	.092
4. Font size/type was unsuitable	23.3%	19.8%	2.3%	.039
5. Instructions or error messages were hard to understand	34.9%	33.8%	11.9%	.008
6. Tasks were not enjoyable	21.9%	22.7%	2.3%	.039
7. Tasks were pointless	21.9%	16.9%	2.3%	.039

Baseline data show the means of the two pre-training assessment sessions (Session 1 and Session 2), training data show the means of the nine training sessions (Session 3 to Session 11) and post-assessment data show the means of Session 12 (post-training).

application and conducted two independent studies to check three factors that play a key role in this context: usability, validation and effectiveness.

Although usability guidelines were considered during PESCO development, direct observation and user comments were obtained from the first method of Study 1 in order to verify PESCO’s usability. The results obtained with this method, however, revealed that certain usability aspects should be more restrictive. New solutions should also be added to the interface to solve any interaction or comprehension difficulty that was not previously considered in the current version of PESCO.

The following modifications should be made: (1) the use of a larger font in the figures; (2) the inclusion of both an audio version to make the application more accessible and a control for adjusting the volume and sound frequency;

(3) the addition of borders and colors to make selectable buttons and selections performed more distinguishable; (4) the simplification and abbreviation of certain instructions and the elimination of distracters; (5) completion of several demos and trial runs to ensure that users fully understand the instructions; (6) fine tuning of the difficulty levels, mainly in terms of speed, expected timing and number of items supplied and presented.

We also noticed that the mode of interaction of one of the exercises should be changed. Since some of the participants required alternative interaction devices such as keyboards with large keys, buttons and touch screen buttons, each person’s needs should be studied beforehand in order to provide the most suitable resources.

In terms of the method for evaluating usability (questionnaires), the result of analysis of the user responses

Table 4 Results of ANOVAs of performance in PESCO cognitive assessment tests in the experimental and control groups at baseline and post-stimulation times

Variables and tests	Experimental (n = 36)		Control (n = 34)		Interaction main effect	
	Pre-M (SD)	Post-M (SD)	Pre-M (SD)	Post-M (SD)	<i>F</i>	<i>p</i>
Attention						
Numbers	5.09 (1.95)	5.45 (1.07)	5.26 (.56)	5.72 (2.69)	.021	.886
Pyramids	61.72 (22.6)	73.22 (20.7)	68.71 (20.80)	71.33 (21.22)	4.290	.043*
Memory						
Memory delay-list of words	4.73 (3.34)	4.59 (2.99)	4.43 (2.37)	5.23 (1.70)	.097	.757
Number-vowel sequencing	6.36 (2.04)	7.05 (2.65)	5.03 (2.55)	4 (2.38)	4.550	.038*
Reasoning						
Series of semantic	4.00 (1.02)	4.27 (1.03)	3.94 (1.08)	4.36 (1.07)	2.928	.093
Series of logic	2.41 (1.40)	2.77 (1.45)	2.63 (1.34)	2.84 (1.54)	1.253	.268
Planning						
Parcel delivery	13.68 (1.78)	10.68 (2.1)	13.57 (1.9)	13.21 (2.1)	43.682	<.001**

^aNumbers represent means and standard deviations (in brackets). Explanation of variables: Attention (Numbers: total correct items; Pyramids: total correct items); Memory (Memory delay-List of Word: total recalled words; Number-Vowel Sequencing: total correct items); Reasoning (Series of Semantic: total correct items; Series of Logic: total correct items); Planning (total number of movements to successfully complete task). *significant level at *p* < .05 ** significant level at *p* < .001.

indicates that participants were able to overcome their difficulties (Item 1) and initial frustration (Item 2) with PESCO as the sessions progressed. Through gradual contact with the tool, participants learned how to use buttons and there was an improvement in how instructions and other messages were read and understood. Almost 80% of the users did not feel frustrated after the first session and found the PESCO exercises to be both enjoyable (Item 6) and useful (Item 7). This percentage had risen to 97.8% by the end of the twelve sessions. This was the first time that most of the participants had used a computer. Believing that PESCO might improve their cognitive skills, they were able to overcome their fear of technology.

Results from concurrent validation showed that all assessment tests shared the same main construct (attention, memory, reasoning and planning) as the standardized tests used to find a correlation relationship. Several authors warn that there is often a low correspondence between pen-and-paper and computerized assessment [27,28]. In this study, the correlation between construct components was moderate and statistically significant. These results are important since they indicate that PESCO allows us to estimate a person's cognitive status in computerized form. Validated assessment tests in PESCO also enable the changes following programmed training sessions to be measured.

PESCO's cognitive stimulation activities have proved effective for improving attention, working memory and planning skills. Better performance in the people who followed the PESCO cognitive training module is not due to using computers since there was no such improvement in the skills of the control group. It is, however, necessary to ascertain whether such improvements will be maintained in the long term when users perform their ADL. In order to continue current research, we are developing a new tool which uses virtual and augmentative reality to assess and train IADL. This new software is called VIRTRA-EL (Virtual Training for the Elderly) and uses all the PESCO tests and exercises. The main advantages of this inclusion are that it supports real-time supervision by the therapist, improving and encouraging group activities and communication between the elderly and their carers, and incorporating other kinds of activities related to physical activity and nutrition. This will allow a large database to be obtained by automatically collecting data from the exercises performed by each user on a server. Using this data, longitudinal studies into cognitive impairment factors and predictions may then be conducted. Since we assessed the usability of PESCO tests and exercises in our current study, their accessibility could be evaluated in future work using the new software.

While there are many software applications in English and Spanish (e.g. *CogRehab* [29], *Rehacom*, *Cogniplus*

and *Vienna Test System* [30], *Reeduca* [31], *Entrenador Personal* [32], *Smartbrain* [33] or *Gradior* [34]), they are expensive, or at least not free, and most provide no evidence of construct validity or effectiveness. The benefits of an open-source application such as PESCO are its reliability, stability, auditability, low cost, flexibility and freedom for adaptation to other languages and cultures, and its support facility. An open-source application can be used and maintained by a large group of therapists and in this case developers.

We are currently working on the inclusion of the exercises validated in PESCO on the Internet VIRTRA-EL Platform as a module of its architecture.

The main limitations of this study are its small sample size, lack of any follow-up of improvements in participants and lack of traditional standard evaluation in the post-stimulation time of assessment. Furthermore, the short duration of PESCO's cognitive stimulation might not be sufficient for improvements in verbal memory and reasoning functions. Since we do not know whether the control group also showed changes in usability as a result of using the computer during the intervention phase, it is possible that changes in the performance in cognitive tasks might be related to changes in usability.

Conclusions

PESCO has been designed following usability guidelines for the elderly. During the study, however, participants found that certain aspects of the interface of some tests were easy to use and understand. We are working on a new version of PESCO within the VIRTRA-EL project (<http://asistiv.ugr.es/virtra-el>), which provides a web platform and includes the usability improvements from this study. The PESCO cognitive test module has demonstrated its concurrent validity with traditional cognitive evaluation tests. Meanwhile, its stimulation module is effective for improving attention, working memory and planning skills. We provide an open-source tool which may be freely distributed and adapted and used both at home and in elderly care homes, educational, health and social centers.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution

SS-R and AC designed the study and the PESCO tool. SS-R and SR-P collected data and performed the statistical analysis. MVH and MJR-F were responsible for developing the PESCO tool and collaborated with the design. All the authors read and approved the final manuscript.

Acknowledgements

This research was jointly supported by funding from the Consortium Fernando de los Ríos and an Excellence Project (TIC-6600) from the Ministry of Innovation of the Regional Government of Andalusia in Spain. The University of Granada awarded a Research Grant to Sandra Rute-Pérez for this project.

Author details

¹Clinical Neuropsychology Research Group, University of Granada, Granada, Spain. ²International Research, University of La Rioja, La Rioja, Spain. ³Software Engineering Department, University of Granada, Granada, Spain. ⁴CITIC: Research Center for Information and Communication Technologies, University of Granada, Granada, Spain. ⁵Developmental and Educational Psychology Department, University of Granada, Granada, Spain. ⁶CIMCYC: Mind, Brain and Behavior Research Center, University of Granada, Granada, Spain.

Received: 26 April 2013 Accepted: 2 May 2014

Published: 15 May 2014

References

1. WHO: *Active Ageing: A Policy Framework*. Madrid: World Health Organization; 2002.
2. Gates N, Valenzuela M: **Cognitive exercise and its role in cognitive function in older adults**. *Curr Psychiatry Rep* 2010, **12**:20–27.
3. Mahncke HW, Connor BB, Appelman J, Ahsanuddin ON, Hardy JL, Wood RA, Joyce NM, Boniske T, Atkins SM, Merzenich MM: **Memory enhancement in healthy older adults using a brain plasticity-based training program: a randomized, controlled study**. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2006, **103**:12523–12528.
4. Valenzuela M, Sachdev P: **Can cognitive exercise prevent the onset of dementia? systematic review of randomized clinical trials with longitudinal follow-up**. *Am J Geriatr Psychiatry* 2009, **17**:179–187.
5. Rebok GW, Ball K, Guey LT, Jones RN, Kim H-Y, King JW, Marsiske M, Morris JN, Tennstedt SL, Unverzagt FW, Willis SL, Group for the AS: **Ten-year effects of the advanced cognitive training for independent and vital elderly cognitive training trial on cognition and everyday functioning in older adults**. *J Am Geriatr Soc* 2014, **62**:16–24.
6. Willis SL, Tennstedt SL, Marsiske M, Ball K, Elias J, Koepke KM, Morris JN, Rebok GW, Unverzagt FW, Stoddard AM, Wright E: **Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults**. *J Am Med Assoc* 2006, **296**:2805–2814.
7. Seidel D, Crilly N, Matthews FE, Jagger C, Clarkson PJ, Brayne C: **Patterns of functional loss among older people: a prospective analysis**. *Hum Factors Ergon Soc* 2009, **51**:669–680.
8. **Alternative Interfaces for Accessibility**. <http://www.useit.com/alertbox/20030407.html>.
9. **Beyond Accessibility: Treating Users with Disabilities as People**. <http://www.useit.com/alertbox/20011111.html>.
10. Miesenberger K, Klaus J, Zagler W, Karshmer A: *Computers Helping People with Special Needs: 11th International Conference, ICCHP 2008, Linz, Austria, July 9-11, 2008, Proceedings. Volume 5105*. Berlin: Springer; 2008.
11. Miesenberger K, Klaus J, Zagler W, Karshmer A: *Computers Helping People with Special Needs, Part II. Lecture Notes in Computer Science. Volume 6180*. Berlin: Springer; 2010.
12. Coyne KP, Nielsen J: *Beyond ALT text: making the web easy to use for users with disabilities*. Fremont, CA: Nielson Norman Group; 2001.
13. **Usability for Senior Citizens**. <http://www.useit.com/alertbox/seniors.html>.
14. Pernice K, Nielsen J: *Web usability for senior citizens: design guidelines based on usability studies with people age 65 and older*. Fremont, CA: Nielsen Norman Group; 2001.
15. Owen AM, Hampshire A, Grahn JA, Stenton R, Dajani S, Burns AS, Howard RJ, Ballard CG: **Putting brain training to the test**. *Nature* 2010, **465**:775.
16. Suo C, León I, Brodaty H, Trollor J, Wen W, Sachdev P, Valenzuela MJ: **Supervisory experience at work is linked to low rate of hippocampal atrophy in late life**. *NeuroImage* 2012, **63**:1542–1551.
17. Phillips LH, Kliegel M, Martin M: **Age and planning tasks: the influence of ecological validity**. *Int J Aging Hum Dev* 2006, **62**:175–184.
18. Petersen RC: **Mild cognitive impairment as a diagnostic entity**. *J Intern Med* 2004, **256**:183–194.
19. Justicia FJ: *El Desarrollo Del Vocabulario, Diccionario de Frecuencias*. Granada, Spain: Editorial Universidad de Granada; 1995.
20. Kane MJ, Conway ARA, Miura TK, Colflesh GJH: **Working memory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity**. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 2007, **33**:615–622.
21. *SPSS Statistics 19*. Somers, NY: IBM; 2010.
22. Lobo A, Saz P, Marcos G, Día JL, de la Cámara C, Ventura T, Morales Asín F, Fernando Pascual L, Montañés JA, Aznar S: **Revalidación y normalización del Mini-Examen Cognoscitivo (primera versión en castellano del Mini-Mental Status Examination) en la población general geriátrica**. *Med Clin (Barc)* 1999, **112**:767–774.
23. Wechsler D, Psychological Corporation: *Wechsler Adult Intelligence Scale-III (WAIS-III)*. San Antonio, TX: Psychological Corporation; 1997.
24. Brickenkamp R, Zillmer E: *The d2 Test of Attention*. Seattle: Hogrefe & Huber Pub; 1998.
25. Benedict RHB, Schretlen D, Groninger L, Brandt J: **Hopkins verbal learning test – revised: normative data and analysis of inter-form and test-retest reliability**. *Clin Neuropsychol* 1998, **12**:43–55.
26. Wilson BA, Alderman N, Burgess PW, Emslie H, Evans JJ: *Behavioural Assessment of the Dysexecutive E Syndrome*. Bury St Edmunds, UK: Thames Valley Test Company; 1996.
27. Butcher JN, Perry JN, Atlis MM: **Validity and utility of computer-based test interpretation**. *Psychol Assess* 2000, **12**:6–18.
28. Dvriendt YA: **Computer-based testing**. In *Online Read Test Assess*. Edited by Born, Foxcroft CD, Butter R: International Test Commission; 2008:1–17. <http://www.intestcom.org/Publications/ORTA.php>.
29. **PSSCogRehab**. 2012. <http://www.neuroscience.cnter.com/pss/pssnew/>.
30. **Vienna Test System**. <http://www.schuhfried.es/vienna-test-system-vts/>.
31. **Programas Reeduca**. <http://www.psychotech.qc.ca/logiciels/reeduca.htm>.
32. **Entrenador Personal**. <http://www.cognifitpersonalcoach.com/es/products/cognifit/cognifit-personal-coach>.
33. **Smartbrain**. http://www.smartbrain.net/smartbrain/previo_es.html.
34. **Telegriador**. <http://www.intras.es/index.php?id=729>.

doi:10.1186/1743-0003-11-88

Cite this article as: Rute-Pérez et al.: Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2014 **11**:88.

Submit your next manuscript to BioMed Central and take full advantage of:

- Convenient online submission
- Thorough peer review
- No space constraints or color figure charges
- Immediate publication on acceptance
- Inclusion in PubMed, CAS, Scopus and Google Scholar
- Research which is freely available for redistribution

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



CAPÍTULO 8

VALIDACIÓN DE LA EFICACIA DE VIRTRA- EL PARA MAYORES CON Y SIN DETERIORO COGNITIVO LIGERO (DCL).

(Estudio 3)

**Rute-Pérez, S., Rodríguez-Almendros, M.L., Vélez-Coto, M., Pérez-García, M., &
Caracuel, A. (pendiente de envío). Validación de la eficacia de VIRTRA-EL en
personas mayores con y sin Deterioro Cognitivo Ligero (DCL).**

CAPÍTULO 8. Validación de la eficacia de VIRTRA-EL para mayores con y sin Deterioro Cognitivo Ligero (DCL)

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha producido un aumento importante del número de personas mayores alrededor del mundo debido al incremento de la esperanza de vida (CSIC, n.d.). Según datos de la ONU (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2017), el número de personas mayores de 60 años es más del doble en las últimas 4 décadas, siendo actualmente de 962 millones. Se prevé que la tendencia continúe y en 2050 se alcancen los 2.100 millones de mayores. Este envejecimiento de la población es un gran éxito por parte de las políticas de salud y los avances en medicina, pero lleva consigo un aumento importante de la prevalencia de enfermedades crónicas como la demencia, la enfermedad de Alzheimer (Ballesteros, Kraft, Santana, & Tziraki, 2015) o el Deterioro Cognitivo Leve (DCL) (Alves et al., 2018).

En la actualidad, numerosas investigaciones se han centrado en el estudio del DCL (Alves et al., 2018; Bermejo-Pareja et al., 2016) por considerarse como un estadio intermedio entre los cambios cognitivos propios de la edad y las fases iniciales de la demencia (Petersen, 2004; Sachdev et al., 2015). Se estima que entre un 15-20% de los mayores de 60 años tienen DCL (Petersen, 2016), de las cuales entre un 10-15% progresan a demencia en el breve periodo de un año (Djabelkhir et al., 2017; Vega Alonso et al., 2016). Suelen acudir a los servicios de salud con quejas subjetivas de memoria, especialmente dificultades para recordar nombres recientes, seguir una conversación y un aumento en el extravío de objetos (Apostolo et al., 2016). Sin embargo, la mayoría de estas personas no son incluidas en programas de atención a la salud por considerarse que su deterioro no llega a interferir significativamente en sus actividades de la vida diaria (Fang et al., 2017).

Estudios recientes han encontrado que hay intervenciones de tipo preventivo que pueden ayudar a mantener y mejorar la función cognitiva (Savica & Petersen, 2011), e incluso revertir el deterioro hasta volver a un nivel de funcionamiento cognitivo normal en personas con DCL (González Palau, Buonanotte, & Cáceres, 2014; Ritchie & Ritchie,

2012; Sherman, Mauser, Nuno, & Sherzai, 2017). Una revisión sistemática llevada a cabo por Grande et al. (2016) encontró que las tasas de reversión en estudios poblacionales oscilaban entre 29-55%, y en estudios clínicos entre 4-15%. Estos hallazgos apoyan que la plasticidad cognitiva actúa en todas las edades (Ballesteros et al., 2015; Barban et al., 2017; Bherer, 2015).

La estimulación cognitiva se ha convertido en la estrategia por excelencia frente al deterioro cognitivo por sus evidencias de eficacia para mejorar el rendimiento o la funcionalidad en muestras de personas mayores sanas, con DCL, demencia o enfermedad de Alzheimer (Bahar-Fuchs et al., 2017; Brueggen et al., 2017; Herrera, Chambon, Michel, Paban, & Alescio-Lautier, 2012; Kallio, Öhman, Kautiainen, Hietanen, & Pitkälä, 2017; Kueider, Parisi, Gross, & Rebok, 2012). En la actualidad, los avances en las tecnologías de la información y la comunicación han propiciado un incremento en la disponibilidad de plataformas computarizadas que proponen objetivos destinados a la prevención y reducción del deterioro cognitivo (Gates & Valenzuela, 2010; Klimova & Maresova, 2017). En algunos casos las personas mayores no necesitan tener habilidades previas en el uso del ordenador para llevar a cabo las actividades (Saczynski, Rebok, Whitfield, & Plude, 2004). Muchos de estos programas ofrecen una serie de ventajas muy apreciables: 1) permiten un abordaje individualizado según las necesidades y características de cada persona, 2) son accesibles a un mayor número de personas y permiten evitar problemas por movilidad reducida y/o de acceso a los recursos sanitarios, 3) suponen un menor costo económico, y 4) permiten hacer un análisis objetivo del rendimiento y dar retroalimentación de manera inmediata (Faucounau, Wu, Boulay, Rotrou, & Rigaud, 2010; Herrera et al., 2012).

La mayoría de las intervenciones computarizadas en personas mayores se basan en la práctica estructurada y repetida de distintos ejercicios que, generalmente, implican componentes cognitivos de la memoria, la atención, el lenguaje o la función ejecutiva (Gates & Valenzuela, 2010). Las diferencias fundamentales entre estos programas radican en la duración, la frecuencia y las estrategias de entrenamiento que utilizan (Kueider et al., 2012). Por ejemplo, los hay que se enfocan en la estimulación independiente de algún dominio cognitivo y, en cambio, otros entrenan varias funciones (Barnes et al., 2009; Talassi et al., 2007). En este sentido, los estudios apuntan a que la estimulación de múltiples dominios, frente a la de un único dominio, provoca un mayor incremento del rendimiento y de la transferencia de las ganancias entre ellos (Belleville, 2008; Hyer et

al., 2016; Troyer, Murphy, Anderson, Moscovitch, & Craik, 2008). Así mismo, algunas de las mejoras obtenidas siguiendo el enfoque multidominio pueden llegar a mantenerse en un periodo de 12 meses tras la intervención (Cheng et al., 2012).

Aunque muchas empresas se han lanzado al desarrollo de programas de estimulación cognitiva computarizada que prometen reducir y/o prevenir el deterioro cognitivo en los mayores, en el análisis pormenorizado de muchos de sus programas se encuentran importantes limitaciones: 1) la mayoría no tienen una base empírica sino que son un mero compendio de ejercicios (Gates & Valenzuela, 2010); 2) en la publicidad exageran o tergiversan la información sobre los beneficios del producto (García-Betances, Cabrera-Umpiérrez, & Arredondo, 2018); 3) en muchos casos sólo han sido aplicados o están destinados a adultos mayores sanos, por lo que se desconoce si producen beneficios en personas que ya muestran deterioro (por ejemplo, CogMed, Jungle Memory o Cognifit) (Buitenweg et al., 2017; Klimova & Maresova, 2017); 4) las mejoras parecen ser específicas sólo para ciertas funciones, a corto plazo y no generalizables (Hampstead et al., 2012); 5) los hallazgos positivos de los estudios, cuando los hay, suelen estar basados en muestras pequeñas (Flak, Hernes, Skranes, & Løhaugen, 2014; Melby-Lervåg & Hulme, 2013) y sin grupo de control o con grupo control inactivo (Faucounau et al., 2010); y 6) suelen ser costosas para el usuario medio (Kueider et al., 2012).

Varios autores del presente estudio, en un intento de paliar algunas de las limitaciones anteriores, desarrollaron la plataforma de estimulación cognitiva computarizada VIRTRAEL (“Virtual Training for the Elderly,” n.d.). VIRTRAEL es una plataforma de acceso gratuito desarrollada con financiación pública que incorpora pruebas de evaluación y ejercicios de estimulación de funciones cognitivas frecuentemente alteradas en personas mayores, como atención, aprendizaje, memoria y componentes ejecutivos. Todos los ejercicios de entrenamiento son de dificultad creciente, con estímulos y contextos familiares para las personas mayores. La fundamentación para la inclusión de actividades, su frecuencia, secuencias y parámetros están basados en paradigmas y modelos de la neurociencia cognitiva (Kolb & Whishaw, 2017) y la intervención neuropsicológica (Sohlberg & Mateer, 2001).

Para no incurrir en las mismas críticas que se hacen a otros programas sobre la falta de evidencia científica, el objetivo de este estudio fue comprobar la eficacia de VIRTRA-EL para la mejora del estado cognitivo, en comparación con un programa de

estimulación estándar administrado a una muestra poblacional de mayores con y sin DCL. Hipotetizamos que dadas sus características, VIRTRA-EL mejorará el rendimiento en atención, aprendizaje, memoria y función ejecutiva más allá de las mejoras obtenidas a través de un programa de estimulación estándar tanto en mayores con DCL o sin DCL.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Muestra

Setenta y cinco mayores participaron en el estudio. El grupo experimental (estimulación con VIRTRA-EL) estaba compuesto por 55 participantes (74.5% mujeres), entre 63 y 91 años de edad, cuya edad media fue de 72.7 años (DE = 6,5). El grupo control (estimulación tradicional) estaba compuesto por 20 participantes (75% mujeres), entre 63 y 88 años, con una edad media de 76.1 años (DE= 7.6). En el grupo estimulado con VIRTRA-EL, 11 (20%) participantes cumplían criterios diagnósticos de DCL amnésico propuestos por González-Palau et al. (2013) que consistía en recordar 4 o menos palabras en el ensayo de recuerdo libre demorado. En el grupo de estimulación tradicional, 7 (35%) presentaban DCL de acuerdo a los mismos criterios. Las características sociodemográficas y clínicas se pueden ver en la tabla 1.

Los participantes fueron reclutados mediante divulgación del estudio a través del servicio de prensa de la Universidad de Granada, en la red de aulas de informática comunitaria de Guadalinfo, en las áreas de servicios sociales municipales y centros de día de las áreas metropolitanas de Granada y Jaén.

Los criterios de inclusión fueron:

- 1) tener más de 63 años
- 2) tener una puntuación ≥ 21 en el Mini-Mental State Examination
- 3) no tener indicios clínicos de demencia (Escala Global de Deterioro de Reisberg ≤ 3)
- 4) leer y escribir con, al menos, un nivel básico verificado por el examinador.

El criterio de exclusión fue tener un diagnóstico médico de demencia o alguna enfermedad sistémica asociada a problemas cognitivos.

Instrumentos

Instrumentos de evaluación:

Todos los participantes fueron evaluados individualmente antes y después de la intervención mediante pruebas estandarizadas de lápiz y papel. Las pruebas aplicadas por dominios cognitivos fueron las siguientes:

Atención:

- *Test de atención d2* (Brickenkamp & Zillmer, 1998). Esta prueba mide la atención selectiva y la concentración. Se puede aplicar de forma individual o colectiva, con una duración de entre 8 y 10 minutos. Está formado por 14 líneas que contienen letras «d» y «p» y que pueden aparecer con uno o dos pequeños guiones encima y/o debajo de cada letra. La persona debe verificar cuidadosamente, de izquierda a derecha, el contenido de cada línea marcando cada letra «d» que tenga en total dos guiones (arriba, abajo o uno arriba y uno abajo). Las combinaciones restantes se consideran irrelevantes y no deben marcarse. El tiempo del que se dispone para cada línea es de 20 segundos. Las puntuaciones finales de la prueba son el número total de aciertos y de errores, con los que se calcula un *índice de concentración* (aciertos menos errores por comisión).

Aprendizaje y Memoria verbal:

- *Hopkins Verbal Learning Test-Revised* (Brandt, 1991), *formas A y B*. Es una prueba que mide aprendizaje y memoria verbal. Consiste en una lista de 12 palabras que pertenecen a de tres categorías semánticas diferentes (4 por cada categoría) que incluye tres ensayos de aprendizaje, un ensayo de recuerdo libre demorado (aproximadamente de 20 minutos), otro de recuerdo demorado con claves y un ensayo de reconocimiento de sí / no. Para este último ensayo, dispone de una lista aleatoria que incluye, las 12 palabras objetivo y otras 12 palabras distractoras, seis de las cuales provienen de las mismas categorías semánticas que los objetivos. Las puntuaciones obtenidas contabilizan el número de palabras correctas en 5 índices: Aprendizaje en ensayo 3= n° de palabras aprendidas en el tercer ensayo de aprendizaje, Aprendizaje total= suma del n° de palabras aprendidas durante los 3 ensayos de aprendizaje, Recuerdo demorado= n° de palabras correctas en el recuerdo libre demorado, Recuerdo demorado con claves= n° de palabras recordadas mediante la facilitación

por categorías semánticas y, Recuerdo por reconocimiento= nº de palabras correctas por reconocimiento.

Memoria de trabajo:

- *Subescala Letras y Números de Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III y WAIS-IV)* (Wechsler, 1999, 2012). Esta tarea mide memoria de trabajo mediante la presentación de forma oral una serie de números y letras mezcladas. La persona tiene que repetir los elementos ordenándolos de modo que, primero debe decir los números en orden ascendente y luego las letras en orden alfabético. Se compone de 7 elementos crecientes en dificultad, compuestos por 3 intentos en cada uno. La prueba finaliza cuando falla en los 3 intentos de un mismo elemento. La puntuación directa se obtiene sumando en el nº total de intentos correctos realizados.

Razonamiento:

- *Subescala de Semejanzas de Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS III y WAIS IV)* (Wechsler, 1999, 2012). Mide razonamiento semántico. Cada elemento de esta tarea consiste en proporcionar de forma oral dos palabras que representan objetos o conceptos comunes, y el participante debe determinar en qué se parecen esos objetos o conceptos. Contiene un total de 19 elementos, que se puntúan como 0, 1 o 2 en función de unos criterios generales aportados en el manual. La prueba termina cuando se acumulan 4 puntuaciones consecutivas de 0. La puntuación final consiste en la suma de las puntuaciones de todos los elementos realizados.
- *Subescala Matrices de Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS III y WAIS IV)* (Wechsler, 1999, 2012). Mide razonamiento abstracto. Se presentan series de imágenes que están incompletas. Justo debajo de estas series hay varias alternativas de respuesta y la persona debe seleccionar cuál de ellas es la más apropiada para completar la serie. En total hay 26 series que se puntúan como 0 o 1, en función de si se hacen incorrectas o correctas respectivamente. La prueba finaliza cuando la persona tiene 4 errores consecutivos o 4 errores en un total de 5 series consecutivas, y la puntuación final es la suma de todas las series realizadas correctamente.

Planificación:

- *Test de Búsqueda de Llaves de la Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS)* (Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, & Evans, 1996). Esta prueba fue diseñada como una medida ecológica de la función ejecutiva. Se presenta a la persona una hoja de papel de tamaño A4 que contiene un cuadrado grande en la parte superior y un punto en la parte inferior. Se le pide que imagine que se trata de un campo grande que ha estado visitando y que en algún lugar de ese campo ha perdido las llaves. A continuación, se le pide a la persona que trace una línea con lápiz para mostrar el recorrido que haría para asegurarse de que encontraría las llaves. La puntuación final se obtiene sumando la puntuación resultante de aplicar una serie de criterios contenidos en el manual para los siguientes elementos: lugar de entrada (1-3 puntos) y salida al campo (1-3 puntos); tipo de líneas: continuas (0-1 puntos), paralelas (0-1 puntos) y, horizontales o verticales (0-1 puntos); patrón de búsqueda (0-3 y 5 puntos), esfuerzo por cubrir todo el terreno (0-1 puntos) y probabilidad del 95% de encontrarlas (0-1 puntos). *De Intervención:*

Instrumentos de Intervención:

Estimulación cognitiva computarizada.

VIRTRA-EL (“Virtual Training for the Elderly,” n.d.) es una plataforma online gratuita diseñada para la evaluación y la estimulación cognitiva en personas mayores. La versión inicial ha mostrado validez para la mejora de atención, memoria de trabajo y planificación en personas mayores sin demencia (Rute-Pérez, Santiago-Ramajo, Hurtado, Rodríguez-Fórtiz, & Caracuel, 2014a). Con el objetivo de facilitar su acceso a un mayor porcentaje de personas, la versión actual está disponible online como plataforma web para cualquier navegador.

Consta de 13 sesiones, de aproximadamente 45-60 minutos cada una dependiendo de la rapidez y calidad de ejecución del usuario, con un total de 11 ejercicios de estimulación. El nivel de dificultad se adapta al rendimiento de la persona y los ejercicios están organizados y estructurados de manera que, en cada sesión, se abordan diferentes funciones que son complementarias entre ellas y, diversas para mantener la motivación. El tipo de ejercicios, sus combinaciones durante las sesiones y los parámetros específicos para cada uno se establecieron atendiendo a las descripciones de actividades contenidas en manuales sobre rehabilitación neuropsicológica (Sohlberg & Mateer, 2001). A continuación se describe brevemente cada uno de ellos.

Memoria verbal

- *Lista de Recados*. Consiste en la presentación de una lista de recados cotidianos que la persona debe memorizar durante un tiempo determinado. Pasado ese tiempo, mediante una tarea de reconocimiento deberá marcar "Sí" o "No" a los recados que aparecen de uno en uno en la pantalla, donde se incluyen también recados distractores que no habían aparecido en la fase de aprendizaje. El tiempo de memorización y el número de recados aumenta si la persona logra recordarlos todos correctamente.

Transcurridos aproximadamente 20 minutos, durante los cuales la persona realiza ejercicios distintos a la memoria verbal, se vuelve a realizar una tarea de reconocimiento de "Sí" o "No".

Memoria de trabajo

- *Globos*. Es un ejercicio de tipo N-back mediante la presentación secuencial de una serie de globos que llevan impresa una letra. La persona debe clicar o tocar la pantalla de acuerdo a las indicaciones del nivel en el que se encuentra: en el primer nivel, cuando aparecen dos o más globos seguidos con la misma letra; en el segundo, cuando aparecen dos globos iguales de manera alterna (dos posiciones antes); en el tercero, cuando el mismo globo aparece tres posiciones antes. Para pasar de un nivel a otro, el usuario debe completar con éxito los 3 intentos de cada nivel que difieren en la velocidad con la que se muestran los globos.
- *Bolsa de Objetos*. En la pantalla se muestra el recorrido que hace un personaje a través de los diferentes establecimientos de una ciudad. Se le pide a la persona que trate de mantener en la memoria el contenido de una bolsa opaca, que es dinámico y resulta de las operaciones que se producen entre el contenido inicial y los intercambios de objetos en cada interacción que tiene el personaje en los establecimientos. Al principio, el personaje sale de casa con ciertos objetos en una bolsa y se detiene en algunos de los establecimientos donde realiza diferentes acciones: comprar, prestar, devolver, etc. Al final de la prueba, la persona debe indicar el contenido que ha quedado en la bolsa al final de recorrido. La respuesta se lleva a cabo mediante selección en una pantalla en la que se presentan varias opciones de tipos de objetos y cantidades de cada tipo. La puntuación es el número de aciertos. .

- *Clasificación de Imágenes.* Consiste en memorizar, durante un tiempo determinado, imágenes de objetos que pertenecen a varias categorías semánticas (herramientas, ropa, transporte, etc.) y que aparecen ordenadas aleatoriamente en la pantalla. Tiene dos fases: en la primera, se facilita una estrategia de memorización a través de la presentación de una serie de imágenes que la persona debe agrupar en cuatro categorías diferentes; en la segunda, la persona debe memorizar las imágenes durante un tiempo determinado tras el cual aparece un panel donde deberá marcar todas aquellas imágenes que recuerde. La cantidad de imágenes y el tiempo de memorización se incrementan a medida que la persona realiza correctamente cada panel.

Atención

- *Objetos Desordenados.* Consiste en la búsqueda monedas y objetos cotidianos en diferentes habitaciones de una casa. La persona comienza en el “pasillo” y debe clicar en las puertas para entrar en cada habitación. Una vez dentro, debe buscar todos los objetos que están desordenados (por ejemplo, un cuchillo en el baño), recogerlos y llevarlos a la habitación correcta. Además, tiene recoger todas las monedas que va encontrando. El número de habitaciones, de monedas y de objetos desordenados aumentan de acuerdo con el rendimiento del usuario.

Razonamiento

- *¿Cuál es Diferente?* Se muestran series de dibujos que tienen alguna característica en común, y la tarea consiste en identificar y seleccionar que imagen o figura es diferente a las demás.
- *Analogías Semánticas.* En este ejercicio se presentan varias frases que expresan la asociación entre dos conceptos, por ejemplo: "Si tal cosa es como otra, entonces esto es como...". La persona tiene que completarlas seleccionando la respuesta correcta de entre las diferentes opciones propuestas.
- *Piezas de Puzzle.* En este ejercicio se muestran fotografías de diferentes temáticas que la persona debe examinar con detenimiento. Justo debajo de cada una, aparecen fragmentos/piezas que corresponden a la fotografía principal junto con otras dos que pertenecen a otra imagen diferente. El usuario debe seleccionar los dos fragmentos que no pertenecen a la imagen principal.

- *Series Semánticas*. En este ejercicio se presentan agrupaciones de palabras que guardan alguna relación entre sí, pero donde hay una que no tiene nada que ver con las demás. La persona debe decidir cuál es la que no encaja con el resto.
- *Series Lógicas*. Se presentan en distintas pantallas varias series de figuras (una serie por pantalla) que siguen una secuencia, de acuerdo a un determinado criterio. El usuario tendrá que averiguar en cada caso el criterio en cuestión y seleccionar, de entre las figuras propuestas que aparecen en la parte inferior, cuál de ellas es la adecuada para completar la serie.

Planificación

- *Compra de Regalos*. En este ejercicio el usuario deberá realizar la compra de una serie de regalos, en función de ciertos criterios y teniendo en cuenta un presupuesto, que no podrá sobrepasar. Para ello, se le presentará inicialmente la lista de las personas a las que debe obsequiar y cuáles son algunos de sus gustos y el presupuesto del que dispone. No es necesario que la persona memorice toda la lista de obsequios, ya que puede acceder a ella en el momento en que la necesita. Para realizar las compras, se mostrarán una serie de tiendas en las que debe pulsar para ver que puede comprarse en cada una. Cada objeto aparece con su imagen, nombre y precio. El número de regalos que el usuario debe comprar aumenta según la idoneidad de las compras anteriores.

Estimulación cognitiva estándar.

La estimulación cognitiva del grupo control consistió en la realización de un taller que la propia profesional del centro elaboró siguiendo las directrices de los programas tradicionales de estimulación cognitiva (Puig, 2009, 2011, 2015). En él se realizaron diferentes ejercicios que implicaban atención, memoria de trabajo, memoria verbal, fluidez verbal, cálculo y planificación. Aunque las sesiones eran grupales, cada usuario realizaba los ejercicios de forma individual.

Procedimiento

Todos los participantes fueron informados del proyecto y firmaron el consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Granada.

Los datos personales de los participantes estaban protegidos por un sistema de códigos: a cada usuario se le asignó un nombre de usuario y una contraseña específicos, y esta correspondencia junto con los datos personales se almacenaron de manera segura bajo la responsabilidad de la persona a cargo de coordinar el proyecto.

Ambas intervenciones se desarrollaron en grupos de 10 personas aproximadamente, en dos sesiones semanales de 60 minutos cada una, hasta un total de 15. Los participantes estaban juntos en una sala, pero el formato de ejecución de las tareas era individual. Las sesiones estaban distribuidas de la siguiente forma:

- Sesión 1. Evaluación neuropsicológica con pruebas estandarizadas de lápiz y papel.
- Sesiones 2-14:
 - Grupo 1: Estimulación cognitiva computarizada
 - Grupo 2: Estimulación cognitiva estándar
- Sesión 15. Evaluación neuropsicológica con pruebas estandarizadas.

En el grupo que recibió la estimulación mediante VIRTRA-EL se comenzó con una tarea de entrenamiento en “puntería del ratón” hasta alcanzar un nivel mínimo adecuado para comenzar a trabajar en las tareas del programa.

Análisis estadísticos

Para determinar las diferencias en la eficacia de la estimulación cognitiva en la muestra completa y específicamente para personas con DCL se llevaron los siguientes análisis:

1. Determinación de la significación estadística entre grupos para la muestra completa. Se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos en el momento pre-estimulación en muchas de las variables dependientes, por lo que para tener en cuenta el efecto de esa diferencia entre ambos grupos se realizaron ANCOVAS utilizando: la medida posterior de cada variable cognitiva como variable dependiente, las variables de grupo (VIRTRA-EL frente a estimulación estándar) como variable independiente y la medida *pre* de cada medida cognitiva como covariable.

Para estudiar la eficacia de VIRTRA-EL en pacientes con DCL, se compararon los resultados de los pacientes estimulados con VIRTRA-EL y con estimulación estándar antes y después de las intervenciones. Dado que las puntuaciones no se distribuían normalmente y que no había diferencias entre los dos grupos en la evaluación pre, se realizaron análisis no paramétricos (*U* Mann-Withney) para un diseño entregrupos en la cual se utilizó la variable grupo (pacientes con DCL estimulados con VIRTRA-EL vs. pacientes con DCL con estimulación estándar) como VI y las puntuaciones en el momento *post* como VDs.

2. Determinación del cambio clínico experimentado. Este procedimiento se realizó en dos pasos:

2.1. Se calculó el tamaño del efecto individual estándar de cada participante para cada variable cognitiva de acuerdo con la siguiente fórmula (Testa, 1987; Wyrwich & Wolinsky, 2000):

$$\delta \text{ individual} = (s2-s1) / \sigma$$

dónde:

- $s1$ = puntaje del individuo al inicio del estudio (pre)
- $s2$ = el puntaje del individuo en el seguimiento (post)
- σ = la desviación estándar del grupo al inicio del estudio

2.2. Se obtuvo el tamaño del efecto a nivel grupal, calculando la media del tamaño del efecto individual de cada grupo.

Los resultados del tamaño del efecto grupal se interpretaron de acuerdo a los estándares generalmente aceptados de Cohen (1992): 0.2 para un cambio individual pequeño, 0.5 para un cambio individual moderado y 0.8 para un cambio individual grande.

Para realizar todos los análisis estadísticos se utilizó la versión 22 del paquete estadístico SPSS.

RESULTADOS

Las características sociodemográficas de los participantes se muestran en la tabla 1. No hubo diferencias significativas entre los grupos en edad, sexo, nivel educativo, reserva cognitiva o puntuación en el MMSE.

Tabla 1

Datos sociodemográficos de los participantes de los grupos VIRTRA-EL y Estándar con y sin DCL.

	VIRTRA-EL		Estándar	
	Sin DCL	DCL	Sin DCL	DCL
N	44	11	13	7
Edad \bar{X} (SD)	72.5 (6.61)	73.36 (6.07)	77.08 (6.09)	74.14 (8.93)
Sexo (% mujeres)	75	72.7	76.9	71.4
Escolaridad (años) \bar{X} (SD)	7.02 (5.40)	5 (5.33)	4.23 (3)	6.29 (3.45)
Reserva Cognitiva \bar{X} (SD)	8.27 (4.25)	6.27 (4.80)	6.38 (2.82)	6.29 (1.60)
MMSE \bar{X} (SD)	27.80 (1.76)	28.27 (1.10)	27.9 (1.78)	27.8 (2.18)

Nota: MMSE= Mini-Mental State Examination; Reserva Cognitiva=Puntuación en Cuestionario de Reserva Cognitiva de Rami y cols. (2011).

Diferencias grupales en la efectividad de VIRTRA-EL versus la estimulación cognitiva estándar.

Las diferencias en las medias grupales entre VIRTRA-EL y la estimulación estándar se calcularon usando ANCOVA. Los resultados mostraron que los participantes estimulados con VIRTRA-EL tuvieron una mejoría significativamente más alta que los que recibieron una estimulación mediante el taller estándar en: aprendizaje (HVLT-R ensayo 3) [$F(1, 74) = 8.031; p < 0.006$], aprendizaje total (HVLT-R aprendizaje T) [$F(1,74) = 10.395; p < 0.002$], memoria demorada (HVLT-R demorado) [$F(1,74) = 17.114; p \leq 0.001$], recuerdo facilitado por categorías semánticas (HVLT-R claves) [$F(1,74) = 12.187; p < 0.001$], memoria de trabajo (LyN) [$F(1,74) = 8.272; p < 0.005$], razonamiento abstracto (Matrices) [$F(1,74) = 10.002; p < 0.002$] y semántico (Semejanzas) [$F(1,73) = 6.211; p < 0.015$] y, planificación (Búsqueda de Llaves) [$F(1,74) = 5.612; p < 0.021$]. No

se encontraron diferencias en atención (d2CON) [$F(1,74) = 2.738$; $p = 0.102$] y memoria de reconocimiento (HVLT-R reconocimiento) [$F(1,74) = 0.004$; $p = 0.948$]. El promedio de los d de Cohen (tamaño del efecto pre-post) en el grupo de VIRTRA-EL fue de 0.67 (rango= 0.24 a 0.95) y el grupo de tratamiento estándar fue de 0.38 (rango= -0.16 a 0.84) (ver tabla 2).

A continuación, se estudiaron las diferencias entre los pacientes con DCL estimulados con VIRTRA-EL o con tratamiento estándar usando análisis no paramétricos (U Mann-Whitney). Los resultados mostraron que los pacientes con DCL estimulados con VIRTRA-EL tuvieron una mejoría significativamente más alta que los que recibieron una estimulación mediante el taller estándar en: aprendizaje total (HVLT-R aprendizaje T) [$U = 25.5$; $p < 0.024$], razonamiento abstracto (Matrices) [$U = 11$; $p < 0.012$] y semántico (Semejanzas) [$U = 21.5$; $p < 0.028$]. No se encontraron diferencias en el resto de las variables. El promedio de los d de Cohen (tamaño del efecto pre-post) en el grupo de VIRTRA-EL fue de 0.91 (rango= 0.24 a 1.47) y el grupo de tratamiento estándar fue de 0.5 (rango= -0.07 a 1.10) (ver tabla 3).

Tamaño del efecto individual estándar

Para comprobar el tamaño del efecto de cada grupo, se calculó el tamaño del efecto individual para cada individuo en cada dominio cognitivo y se obtuvo la media. En el caso de VIRTRA-EL, se encontraron grandes cambios clínicos ($d > 0.8$) en aprendizaje (HVLT-R ensayo 3), memoria demorada (HVLT-R demorado), recuerdo facilitado por categorías semánticas (HVLT-R claves), aprendizaje verbal (HVLT-R aprendizaje) y razonamiento abstracto (Matrices); cambios clínicos moderados ($d = 0.5$) en memoria de trabajo (LyN) y razonamiento semántico (Semejanzas); y, cambios clínicos bajos ($d = 0.2$) en atención (d2CON), memoria de reconocimiento (HVLT-R reconocimiento) y planificación (Búsqueda de Llaves).

En el caso de la estimulación estándar, se encontró que sólo hubo un gran cambio clínico ($d > 0.8$) en razonamiento abstracto (Matrices); cambios clínicos moderados ($d = 0.5$) en memoria de reconocimiento (HVLT-R reconocimiento) y razonamiento semántico (Semejanzas); y, cambios clínicos bajos ($d = 0.2$) en atención (d2CON), aprendizaje (HVLT-R ensayo 3), aprendizaje total (HVLT-R aprendizaje T) y memoria de trabajo (LyN) (ver tabla 2) (ver figura 1).

A continuación, se llevó a cabo el mismo procedimiento para calcular el tamaño del efecto en los pacientes con DCL. En el caso de VIRTRA-EL, se encontraron grandes cambios clínicos (> 0.8) en aprendizaje (HVLT-R ensayo 3), memoria demorada (HVLT-R demorado), recuerdo facilitado por categorías semánticas (HVLT-R claves), aprendizaje verbal (HVLT-R aprendizaje) y planificación (Búsqueda de Llaves); cambios clínicos moderados ($d= 0.5$) en atención (d2CON), memoria de trabajo (LyN) y, razonamiento abstracto (Matrices) y semántico (Semejanzas); y, cambios clínicos bajos ($d = 0.2$) en memoria de reconocimiento (HVLT-R reconocimiento).

En el caso de la estimulación estándar, se encontraron grandes cambios clínicos (> 0.8) en memoria de reconocimiento (HVLT-R reconocimiento) y razonamiento semántico (Semejanzas); cambios clínicos moderados ($d= 0.5$) en aprendizaje (HVLT-R ensayo 3), aprendizaje verbal (HVLT-R aprendizaje) y razonamiento abstracto (Matrices); y, cambios clínicos bajos ($d = 0.2$) en atención (d2CON), memoria demorada (HVLT-R demorado) y memoria de trabajo (LyN).

Tabla 2

Resultados de las diferencias grupales en efectividad y cambio clínico entre VIRTRA-EL y la estimulación estándar

Funciones	Variables	VIRTRA-EL		Estándar		ANCOVA		Cohen'd	
		Pre Media (SD)	Post Media (SD)	Pre Media (SD)	Post Media (SD)	F	p	VIRTRA-EL	Estándar
Atención Memoria verbal	d2CON	107.49 (33.12)	119.20 (30.14)	82.50 (29.98)	92.65 (29.03)	2.738	.102	.354	.339
	HVLT-R ens3	8.35 (1.73)	9.65 (1.40)	7.75 (2)	8.40 (1.85)	8.031	.006	.755	.326
	HVLT-R AjeT	20.13 (4.44)	23.89 (3.90)	18.15 (3.96)	20 (4.27)	10.395	.002	.847	.467
	HVLT-R demor	6 (2.13)	8.02 (2.10)	5.40 (2.50)	5.75 (2.40)	17.114	≤.001	.949	.140
Memoria de trabajo	HVLT-R claves	7.04 (1.99)	8.67 (1.88)	6.70 (1.87)	7.05 (2.24)	12.187	.001	.822	.188
	HVLT-R recon	10.44 (1.49)	11.07 (.98)	10.20 (1.44)	11.05 (.95)	.004	.948	.428	.592
	LyN	6.55 (2.55)	8.20 (2.59)	5.20 (2.02)	6 (1.89)	8.272	.005	.686	.397
Razonamiento	Matrices	8.20 (4.22)	11.96 (4.75)	5.85 (2.21)	7.70 (2.06)	10.002	.002	.892	.838
	Semejanzas	14.30 (4.52)	17.24 (5.08)	11.05 (2.72)	12.80 (3.14)	6.211	.015	.681	.642
Planificación	Búsqueda de Claves	7.18 (3.27)	7.96 (3.17)	6.30 (2.52)	5.90 (2.43)	5.612	.021	.239	-.159

Nota: d2CON=índice de concentración del Test de Atención d2; HVLT-R=Hopkins Verbal Learning Test-Revised (ens3=aprendizaje en ensayo 3; AjeT= aprendizaje total; demor= demorado; claves= recuerdo facilitado por claves semánticas; recon= reconocimiento); LyN= Letras y Números. Los signos negativos en el *d* Cohen indican que de los 2 momentos que se están comparando, en el segundo el rendimiento es más bajo que en el primero.

Tabla 3

Resultados de las diferencias grupales en efectividad y cambio clínico entre los participantes con posible DCL en VIRTRA-EL y en la estimulación estándar

Funciones	Variables	VIRTRA-EL (DCL)		Estándar (DCL)		U Mann-Whitney		Cohen's d Pre-Post	
		Pre Media (SD)	Post Media (SD)	Pre Media (SD)	Post Media (SD)	U	p	VIRTRA-EL	Estándar
Atención	d2CON	93.91(25.36)	112 (28.45)	79 (32.06)	89.57 (31.64)	21	.433	.546	.353
	HVLT-R ens3	6.18 (1.17)	8.73 (1.19)	6.86 (2.34)	7.86 (2.67)	30	.235	1.468	.501
Memoria verbal	HVLT-R AjeT	15 (3.23)	21.55 (3.01)	16.86 (5.52)	19.29 (6.16)	25.5	.024	1.473	.612
	HVLT-R demor	3 (1.34)	6.09 (1.7)	2.57 (1.51)	3.57 (2.07)	14	.119	1.454	.400
Memoria de trabajo	HVLT-R claves	4.73 (1.27)	6.91 (1.81)	5.43 (2.15)	5.29 (2.43)	21.5	.668	1.096	-.077
	HVLT-R recon	10.45 (1.29)	10.82 (1.25)	9.57 (1.62)	11.14 (0.9)	34	.464	.244	1.094
	LyN	5.91 (1.76)	7.36 (2.46)	5.57 (2.37)	6.43 (1.99)	30.5	.113	.572	.425
Razonamiento	Matrices	6.73 (1.56)	9.55 (1.86)	5.43 (1.13)	7 (1.41)	11	.012	.668	.712
	Semejanzas	12.82 (4.54)	16.18 (4.22)	10.57 (2.15)	13.29 (3.2)	21.5	.028	.745	.996
Planificación	Búsqueda de Llaves	7.27 (4.29)	9.91 (3.62)	6.43 (2.99)	6.29 (2.29)	14.5	.122	.806	-.057

Nota: d2CON=índice de concentración del Test de Atención d2; HVLT-R=Hopkins Verbal Learning Test-Revised (ens3=aprendizaje en ensayo 3; AjeT= aprendizaje total; demor= demorado; claves= recuerdo facilitado por claves semánticas; recon= reconocimiento); LyN= Letras y Números

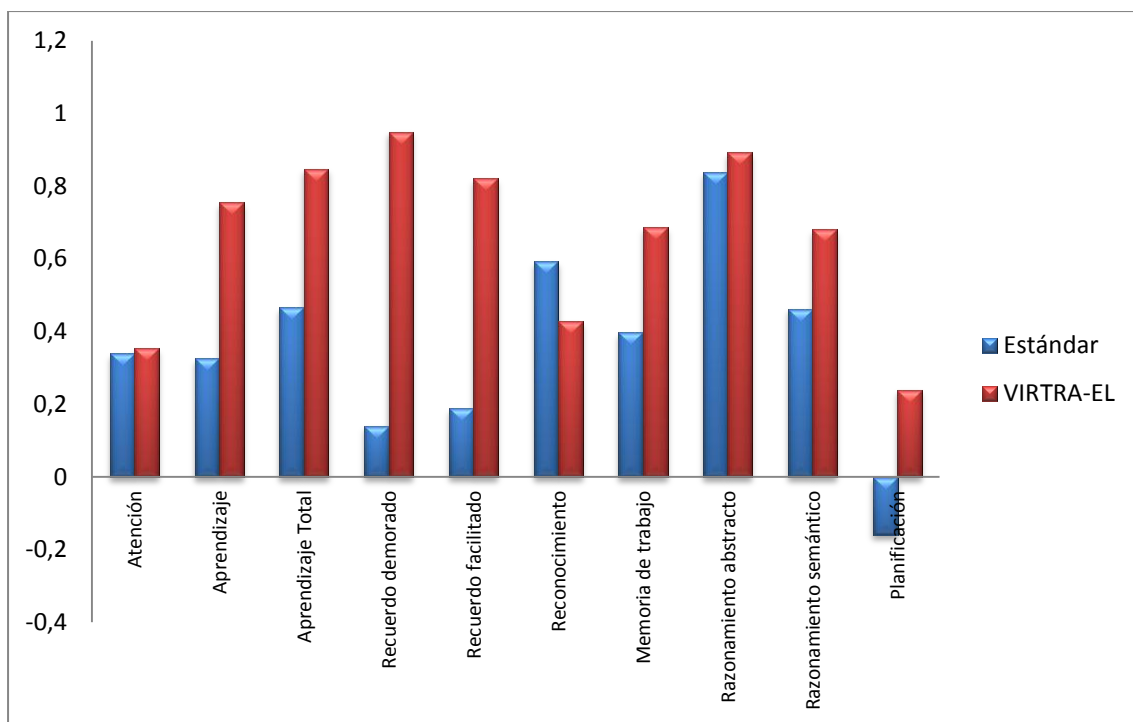


Figura 1. Cambio clínico medio en los grupos VIRTRA-EL y Estándar para los índices de cada función cognitiva incluyendo todos los participantes.

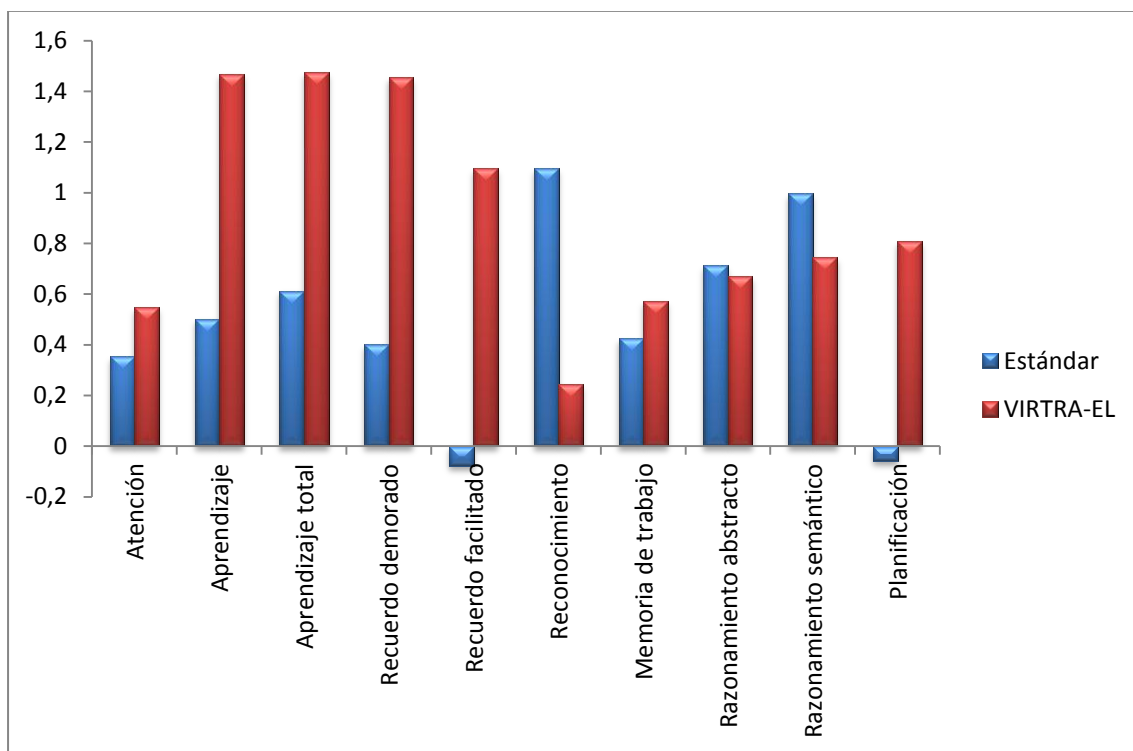


Figura 2. Cambio clínico medio en los grupos VIRTRA-EL y Estándar para los índices de cada función cognitiva incluyendo sólo los participantes con criterio de DCL.

DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue determinar la efectividad de VIRTRA-EL para mejorar el estado cognitivo de las personas mayores con y sin DCL en comparación con un programa de estimulación estándar. Al inicio de la intervención, el grupo de estimulación estándar partía de un estado cognitivo más bajo que el de VIRTRA-EL, y era estadísticamente diferente en variables de atención y función ejecutiva (memoria de trabajo y razonamiento abstracto y semántico). Por ese motivo, las diferencias entre ambos grupos después de la intervención se calcularon incluyendo el estado inicial en cada variable (incluidas aquellas en las que las diferencias no eran estadísticamente significativas) como covariable, para tener controlada la influencia del nivel inicial de cada participante. Los resultados mostraron que tras la estimulación, el grupo que la había recibido a través de VIRTRA-EL tenía unas puntuaciones estadísticamente más altas que las del grupo de formato estándar en todos los componentes cognitivos evaluados, excepto en atención y en reconocimiento verbal. Estos hallazgos indican que la estimulación cognitiva a través del formato de plataforma web fue más eficaz que la estimulación mediante el formato tradicional de ejercicios de lápiz y papel proporcionado por un profesional de la Psicología. Ya en 1989, Finkel y Yesavage (1989) llevaron a cabo un estudio similar y, aunque encontraron que ambos grupos habían mejorado tras la estimulación, no había diferencias significativas entre ellos. Actualmente, gracias al avance tecnológico de los programas de estimulación cognitiva por ordenador hay numerosos estudios que han mostrado mejoras significativas en la estimulación por ordenador (Lampit, Hallock, & Valenzuela, 2014). Sin embargo, muchos de los estudios que arrojan resultados positivos han incluido grupos control inactivos o con actividades que no tengan nada de estimulación (ver revisiones de Kueider et al., 2012; Lampit et al., 2014).

Tras la estimulación, los grupos estaban igualados en tan sólo dos de los aspectos cognitivos estudiados, atención y reconocimiento de las palabras de una lista previamente presentada. La falta de diferencias entre los grupos en la capacidad para el reconocimiento verbal se explica porque el margen de cambio en esta habilidad era muy pequeño, ya que ambos grupos partían de una puntuación muy alta antes de la estimulación, esperable según el perfil típico de rendimiento mnésico en la mayoría de las personas (Baddeley, Kopelman, & Wilson, 2002). Ambos formatos de estimulación han

mejorado levemente ese alto rendimiento previo, hasta alcanzar una media de puntuación cercana al máximo posible (12 palabras correctamente reconocidas).

En cuanto a la atención, ambos grupos han mejorado de una forma similar. La hipótesis de partida se basaba en que la estimulación a través de los ejercicios de VIRTRA-EL sería más eficaz que mediante el formato estándar sobre la cognición general. Sin embargo, en la literatura los hallazgos más frecuentes indican que las mejoras en atención no son diferentes entre el formato computarizado y el estandarizado (Lampit et al., 2014). Una posible explicación de este hallazgo puede encontrarse en la gran reactividad que tiene la atención ante los intentos de intervención. Los programas para mejorar esta función cognitiva han mostrado mayores grados de eficacia que los dirigidos a otras funciones cognitivas, ya sea en formato tradicional como en computarizado, con mayores (Giuli, Papa, Lattanzio, & Postacchini, 2016) o con personas con daño cerebral adquirido (Cicerone et al., 2011). Es posible que los ejercicios presentados en ambos formatos sean lo suficientemente activadores de la plasticidad cerebral como para mejorar las redes encargadas de la atención. Por tanto, para que los ejercicios computarizados fuesen más eficaces que los de lápiz y papel, deberían ser presentados con unos parámetros que supongan todavía mayor reto que los que hay actualmente.

VIRTRA-EL también ha mostrado eficacia para el subgrupo de personas que reunían criterios de DCL. Este hallazgo corrobora que la presencia de déficit objetivo en memoria no impide la realización de los ejercicios a través del ordenador y que las personas con DCL se pueden beneficiar de ellos (Hyer et al., 2016). En el presente estudio, las personas con DCL del grupo de VIRTRA-EL han experimentado un cambio clínico muy superior a las del grupo estándar. Además, el cambio clínico ha sido superior a la media de su grupo, confirmando el gran potencial de la estimulación por ordenador para esta población.

Para alcanzar el objetivo del estudio, además de las pruebas de hipótesis, se han realizado una determinación del cambio clínico que ha experimentado cada persona, calculando la diferencia estándar entre el nivel alcanzado tras la estimulación y el nivel de partida de cada uno. Este tipo de datos indican cuál es el tamaño del efecto que produce cada formato estimulación. La media del tamaño del efecto para la mejora general de la cognición en mayores mediante estimulación cognitiva computarizada está, según un

meta-análisis reciente en 0.22 para mayores sanos y 0.29 para mayores con DCL (Lampit, Valenzuela, & Gates, 2015). Los tamaños del efecto del cambio cognitivo producidos por la aplicación de VIRTRA-EL son mayores que la media de la literatura, y mayores que los producidos por la estimulación tradicional en aprendizaje-memoria verbal y en componentes de la función ejecutiva. La diferencia es muy notable en aprendizaje y memoria verbal, donde con la estimulación computarizada se obtienen cambios de un tamaño grande, mientras que con la estimulación estándar son de tamaño pequeño (aprendizaje) o trivial (memoria). Esta diferencia encontrada resulta muy llamativa, teniendo en cuenta que uno de los objetivos fundamentales que intentan alcanzar los talleres de la estimulación tradicional es la mejora en memoria, que generalmente es la queja más frecuente entre los mayores (Iliffe & Pealing, 2010). Para garantizar al máximo la eficacia en la mejora de la memoria, los ejercicios de VIRTRA-EL se diseñaron para que los usuarios tuvieran que aprender estrategias de memoria, evitando los intentos de memorización erráticos no basados en estrategias. Así, los participantes comprueban desde el comienzo que las estrategias son una forma adecuada de afrontamiento para superar los retos que les presentan las actividades de VIRTRA-EL. El diseño de los ejercicios computarizados favorecían que la persona mantuviese activa la idea de eficacia de la aplicación de una estrategia de categorización para conseguir aprender información y posteriormente recordarla. En cambio, en el formato tradicional, la aplicación de las estrategias también se favorece pero es imposible controlar que en un formato grupal sean aplicadas sistemáticamente. En un entorno de estimulación estándar las personas pueden o no aplicarlas, el ambiente no se puede controlar ni programar, que son unas de las características estrella del entorno computarizado.

En cuanto a la memoria de trabajo, la diferencia del tamaño del efecto del cambio encontrada entre los grupos (diferencia de 0.3) supone un hallazgo relevante debido a la centralidad y protagonismo que este componente juega dentro del sistema cognitivo, y por tanto, su repercusión sobre el resto de componentes (Miyake et al., 2000). Para diseñar VIRTRA-EL, se tuvieron en cuenta las evidencias sobre la eficacia demostrada por diferentes actividades para la mejora de cada función cognitiva. En memoria de trabajo, las tareas basadas en el paradigma *N-back* eran las que contaban con mayor respaldo (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Perrig, 2008). En un estudio previo, se mostró la eficacia de VIRTRA-EL para mejorar la memoria de trabajo frente a un grupo control que realizaba actividades en un ordenador pero sin fines de estimulación (Rute-Pérez,

Santiago-Ramajo, Hurtado, Rodríguez-Fórtiz, & Caracuel, 2014). No obstante, muchos otros estudios han encontrado que los programas computarizados multidominio son también eficaces para mejorar la memoria de trabajo frente a un grupo de control activo, con tamaños del efecto generalmente pequeños o moderados (Buschkuehl et al., 2008; Peretz et al., 2011; Shatil, Mikulecká, Bellotti, & Bureš, 2014; Smith et al., 2009).

Finalmente, en la habilidad de planificación el tamaño del efecto del cambio experimentado por el grupo de VIRTRA-EL tras el programa ha sido pequeño, pero resulta llamativo porque el grupo de estimulación estándar no solo no ha mejorado, sino que ha empeorado su ejecución tras la intervención. En la mayoría de los estudios con grupo control no se obtienen mejoras significativas en función ejecutiva (Lampit et al., 2014). El hallazgo de este estudio resulta difícil de explicar, pero podemos hipotetizar basándonos en que los ejercicios de VIRTRA-EL para entrenar la planificación se diseñaron, y posteriormente se programaron en un orden determinado dentro de las sesiones de entrenamiento, siguiendo un modelo de función ejecutiva ampliamente validado que propone que la planificación es un componente cognitivo de alto nivel que se apoya en otros componentes ejecutivos básicos como la memoria de trabajo (Diamond, 2013). Partiendo de este marco teórico, en VIRTRA-EL se diseñaron actividades específicas de planificación, pero también todos los ejercicios necesarios para entrenar sus prerequisites y se distribuyeron de forma sinérgica a lo largo de las sesiones. Las tareas de planificación fueron diseñadas con un grado suficiente de desestructuración para que las personas tuviesen que esforzarse considerablemente para lograr hacerlas correctamente. Aunque también se incluyeron elementos de apoyo para que las personas recurriesen a la información que necesitaban (desplegables donde podían acceder a los elementos que ya habían logrado completar, los que le faltaban, cuánto dinero tenían disponible, etc.). De este modo, a pesar de que la planificación es un componente complejo y por tanto difícil de entrenar, es posible que la forma integrada en que ha sido entrenado en VIRTRA-EL haya logrado esas pequeñas mejoras que no ha conseguido la estimulación tradicional.

Los hallazgos de este estudio tienen una serie de implicaciones sociosanitarias relacionadas con la conversión de DCL a demencia, ya que las personas con DCL que inician de una forma temprana la estimulación cognitiva por ordenador reducen su riesgo de conversión a demencia (Buschert et al., 2012) frente a quienes la llevan a cabo de forma tardía. VIRTRA-EL supone una herramienta a disposición libre para su uso precoz

por un gran número de personas con sospecha de este tipo de deterioro. Por otro lado, los mayores sanos que llevan a cabo programas de estimulación cognitiva computarizada experimentan niveles de independencia para las actividades instrumentales de la vida diaria, demostrados en seguimientos hasta 10 años (proyecto ACTIVE, Rebok et al., 2014). VIRTRA-EL es un programa fácil de utilizar por cualquier persona mayor, incluso desde su propio domicilio, por lo que puede contribuir a la difusión masiva de la estimulación cognitiva “para todos”.

Entre las limitaciones del estudio destaca el reducido tamaño muestral, sobre todo del grupo de estimulación cognitiva estándar, con lo que se limitan mucho las posibilidades de generalización de los hallazgos. Otra de las limitaciones deriva de no tener un seguimiento de las mejoras que permita conocer la estabilidad de las ganancias cognitivas alcanzadas por los mayores. Por otro lado, no se han realizado evaluaciones sobre la transferencia de las mejoras en el funcionamiento de los participantes en actividades de la vida diaria ni participación social.

En conclusión, desde un punto de vista estadístico y clínico, el programa de estimulación cognitiva VIRTRA-EL tiene una eficacia superior a la estimulación cognitiva estándar, para mejorar el aprendizaje, la memoria verbal, la memoria de trabajo y la planificación de las personas mayores.

REFERENCIAS

- Alves, L., Cardoso, S., Maroco, J., de Mendonça, A., Guerreiro, M., & Silva, D. (2018). Neuropsychological Predictors of Long-Term (10 Years) Mild Cognitive Impairment Stability. *Journal of Alzheimer's Disease*, 62(4), 1703–1711. <https://doi.org/10.3233/JAD-171034>
- Apostolo, J., Holland, C., O'Connell, M. D. L., Feeney, J., Tabares-Seisdedos, R., Tadros, G., et al. (2016). Mild cognitive decline. A position statement of the Cognitive Decline Group of the European Innovation Partnership for Active and Healthy Ageing (EIPAAH). *Maturitas*, 83, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2015.10.008>
- Baddeley, A. D., Kopelman, M. D., & Wilson, B. A. (2002). *The Handbook of Memory Disorders*. Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Bahar-Fuchs, A., Webb, S., Bartsch, L., Clare, L., Rebok, G., Cherbuin, N., & Anstey, K. J. (2017). Tailored and Adaptive Computerized Cognitive Training in Older

- Adults at Risk for Dementia: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Alzheimer's Disease*, 60(3), 889–911. <https://doi.org/10.3233/JAD-170404>
- Ballesteros, S., Kraft, E., Santana, S., & Tziraki, C. (2015). Maintaining older brain functionality: A targeted review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 55, 453–477. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.06.008>
- Barban, F., Mancini, M., Cercignani, M., Adriano, F., Perri, R., Annicchiarico, R., ... Bozzali, M. (2017). A pilot study on brain plasticity of functional connectivity modulated by cognitive training in mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Brain Sciences*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/brainsci7050050>
- Barnes, D. E., Yaffe, K., Belfor, N., Jagust, W. J., DeCarli, C., Reed, B. R., & Kramer, J. H. (2009). Computer-Based Cognitive Training for Mild Cognitive Impairment: Results from a Pilot Randomized, Controlled Trial. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 23(3), 205–210. <https://doi.org/10.1097/WAD.0b013e31819c6137>
- Belleville, S. (2008). Cognitive training for persons with mild cognitive impairment. *International Psychogeriatrics*, 20(1), 57–66. <https://doi.org/10.1017/S104161020700631X>
- Bermejo-Pareja, F., Contador, I., Trincado, R., Lora, D., Sánchez-Ferro, Á., Mitchell, A. J., et al. (2016). Prognostic Significance of Mild Cognitive Impairment Subtypes for Dementia and Mortality: Data from the NEDICES Cohort. *Journal of Alzheimer's Disease*, 50(3), 719–731. <https://doi.org/10.3233/JAD-150625>
- Bherer, L. (2015). Cognitive plasticity in older adults: Effects of cognitive training and physical exercise. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 1–6. <https://doi.org/10.1111/nyas.12682>
- Brandt, J. (1991). The hopkins verbal learning test: Development of a new memory test with six equivalent forms. *Clinical Neuropsychologist*, 5(2), 125–142. <https://doi.org/10.1080/13854049108403297>
- Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1998). *The d2 test of attention*. Seattle: Hogrefe & Huber.
- Brueggen, K., Kasper, E., Ochmann, S., Pfaff, H., Webel, S., Schneider, W., & Teipel, S. (2017). Cognitive Rehabilitation in Alzheimer's Disease: A Controlled Intervention Trial. *Journal of Alzheimer's Disease*, 57(4), 1315–1324. <https://doi.org/10.3233/JAD-160771>
- Buitenweg, J. I. V., Ven, V. D., M, R., Prinssen, S., Murre, J. M. J., & Ridderinkhof, K. R. (2017). Cognitive Flexibility Training: A Large-Scale Multimodal Adaptive Active-Control Intervention Study in Healthy Older Adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00529>
- Buschert, V. C., Giegling, I., Teipel, S. J., Jolk, S., Hampel, H., Rujescu, D., & Buerger, K. (2012). Long-Term Observation of a Multicomponent Cognitive Intervention in Mild Cognitive Impairment. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 73(12), 1492–1498. <https://doi.org/10.4088/JCP.11m07270>

- Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M., Hutchison, S., Perrig-Chiello, P., Däpp, C., Müller, M., ... Perrig, W. J. (2008). Impact of Working Memory Training on Memory Performance in Old-Old Adults. *Psychology and Aging, 23*(4), 743–753. <https://doi.org/10.1037/a0014342>
- Cheng, Y., Wu, W., Feng, W., Wang, J., Chen, Y., Shen, Y., et al. (2012). The effects of multi-domain versus single-domain cognitive training in non-demented older people: a randomized controlled trial. *BMC Medicine, 10*, 30. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-30>
- Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., et al. (2011). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 92*(4), 519–530. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.015>
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112*(1), 155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- CSIC, E. en red. (n.d.). Envejecimiento en red. EN-RED. Portal especializado en envejecimiento y personas mayores. Gerontología y Geriatria. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Retrieved May 29, 2017, from <http://envejecimiento.csic.es/documentacion/estudiosyresultados/informes/enred-index.html>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Djabelkhir, L., Wu, Y.H., Vidal, J.S., Cristancho-Lacroix, V., Marlats, F., Lenoir, H., et al. (2017). Computerized cognitive stimulation and engagement programs in older adults with mild cognitive impairment: Comparing feasibility, acceptability, and cognitive and psychosocial effects. *Clinical Interventions in Aging, 12*, 1967–1975. <https://doi.org/10.2147/CIA.S145769>
- Fang, M. L., Coatta, K., Badger, M., Wu, S., Easton, M., Nygård, L., et al. (2017). Informing Understandings of Mild Cognitive Impairment for Older Adults: Implications from a Scoping Review. *Journal of Applied Gerontology, 36*(7), 808–839. <https://doi.org/10.1177/0733464815589987>
- Faucounau, V., Wu, Y. H., Boulay, M., Rotrou, J. D., & Rigaud, A.S. (2010). Cognitive intervention programmes on patients affected by Mild Cognitive Impairment: A promising intervention tool for MCI? *The Journal of Nutrition, Health & Aging, 14*(1), 31–35. <https://doi.org/10.1007/s12603-010-0006-0>
- Finkel, S. I., & Yesavage, J. A. (1989). Learning mnemonics: a preliminary evaluation of a computer-aided instruction package for the elderly. *Experimental Aging Research, 15*(3–4), 199–201. <https://doi.org/10.1080/03610738908259776>
- Flak, M. M., Hernes, S. S., Skranes, J., & Løhaugen, G. C. (2014). The Memory Aid study: protocol for a randomized controlled clinical trial evaluating the effect of computer-based working memory training in elderly patients with mild cognitive impairment (MCI). *Trials, 15*, 156. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-15-156>

- García-Betances, R. I., Cabrera-Umpiérrez, M. F., & Arredondo, M. T. (2018). Computerized neurocognitive interventions in the context of the brain training controversy. *Reviews in the Neurosciences*, 29(1), 55–69. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2017-0031>
- Gates, N., & Valenzuela, M. (2010). Cognitive exercise and its role in cognitive function in older adults. *Current Psychiatry Reports*, 12(1), 20–27.
- Giuli, C., Papa, R., Lattanzio, F., & Postacchini, D. (2016). The Effects of Cognitive Training for Elderly: Results from My Mind Project. *Rejuvenation Research*, 19(6), 485–494. <https://doi.org/10.1089/rej.2015.1791>
- González Palau, F., Buonanotte, F., & Cáceres, M. (2014). Del deterioro cognitivo leve al trastorno neurocognitivo menor: avances en torno al constructo. *Neurología Argentina*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2014.08.004>
- González-Palau, F., Franco, M., Jiménez, F., Parra, E., Bernate, M., & Solis, A. (2013). Clinical utility of the hopkins Verbal Test-Revised for detecting Alzheimer's disease and mild cognitive impairment in Spanish population. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 28(3), 245–253. <https://doi.org/10.1093/arclin/act004>
- Grande, G., Cucumo, V., Cova, I., Ghiretti, R., Maggiore, L., Lacorte, E., ... Mariani, C. (2016). Reversible Mild Cognitive Impairment: The Role of Comorbidities at Baseline Evaluation. *Journal of Alzheimer's Disease*, 51(1), 57–67. <https://doi.org/10.3233/JAD-150786>
- Hampstead, B. M., Sathian, K., Phillips, P. A., Amaraneni, A., Delaune, W. R., & Stringer, A. Y. (2012). Mnemonic strategy training improves memory for object location associations in both healthy elderly and patients with amnesic mild cognitive impairment: a randomized, single-blind study. *Neuropsychology*, 26(3), 385–399. <https://doi.org/10.1037/a0027545>
- Herrera, C., Chambon, C., Michel, B. F., Paban, V., & Alescio-Lautier, B. (2012). Positive effects of computer-based cognitive training in adults with mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, 50(8), 1871–1881. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.04.012>
- Hyer, L., Scott, C., Atkinson, M. M., Mullen, C. M., Lee, A., Johnson, A., & McKenzie, L. C. (2016). Cognitive Training Program to Improve Working Memory in Older Adults with MCI. *Clinical Gerontologist*, 39(5), 410–427. <https://doi.org/10.1080/07317115.2015.1120257>
- Iliffe, S., & Pealing, L. (2010). Subjective memory problems. *BMJ*, 340(1), c1425–c1425. <https://doi.org/10.1136/bmj.c1425>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6829–6833. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801268105>
- Kallio, E.-L., Öhman, H., Kautiainen, H., Hietanen, M., & Pitkälä, K. (2017). Cognitive Training Interventions for Patients with Alzheimer's Disease: A Systematic

- Review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 56(4), 1349–1372. <https://doi.org/10.3233/JAD-160810>
- Klimova, B., & Maresova, P. (2017). Computer-based training programs for older people with mild cognitive impairment and/or dementia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00262>
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2017). *Neuropsicología humana* (7^a ed). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- 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.
- 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>
- Lampit, A., Valenzuela, M., & Gates, N. J. (2015). Computerized Cognitive Training Is Beneficial for Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(12), 2610–2612. <https://doi.org/10.1111/jgs.13825>
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270–291. <https://doi.org/10.1037/a0028228>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Peretz, C., Korczyn, 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>
- Petersen, R. (2016). Mild cognitive impairment. *CONTINUUM Lifelong Learning in Neurology*, 22(2), 404–418. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000313>
- 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>
- Puig, A. (2009). *Programa de entrenamiento de la memoria: dirigido a personas mayores que deseen mejorar su memoria* (7^a ed). Madrid: CCS.
- Puig, A. (2011). *Ejercicios para mantener la cognición* (7^a ed.). Madrid: CCS.
- Puig, A. (2015). *10 criterios para conservar la memoria*. Madrid: CCS.
- Rebok, G. W., Ball, K., Guey, L. T., Jones, R. N., Kim, H.-Y., King, J. W., ... for the ACTIVE Study Group. (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>
- Ritchie, K., & Ritchie, C. W. (2012). Mild cognitive impairment (MCI) twenty years on. *International Psychogeriatrics*, 24(1), 1–5. <https://doi.org/10.1017/S1041610211002067>
- Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M. V., Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2014b). Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(88), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-88>
- Sachdev, P., Lipnicki, D. M., Kochan, N. A., Crawford, J. D., Thalamuthu, A., Andrews, G., ... Cohort Studies of Memory in an International Consortium (COSMIC). (2015). The Prevalence of Mild Cognitive Impairment in Diverse Geographical and Ethnocultural Regions: The COSMIC Collaboration. *PLoS One*, 10(11), e0142388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142388>
- Saczynski, J. S., Rebok, G. W., Whitfield, K. E., & Plude, D. J. (2004). Effectiveness of CD-ROM Memory Training as a Function of Within-Session Autonomy. *International Journal of Cognitive Technology*, 9(1), 25–33.
- Savica, R., & Petersen, R. C. (2011). Prevention of Dementia. *The Psychiatric Clinics of North America*, 34(1), 127–145. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2010.11.006>
- Shatil, E., Mikulecká, J., Bellotti, F., & Bureš, V. (2014). Novel Television-Based Cognitive Training Improves Working Memory and Executive Function. *PLoS ONE*, 9(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101472>
- Sherman, D. S., Mauser, J., Nuno, M., & Sherzai, D. (2017). The Efficacy of Cognitive Intervention in Mild Cognitive Impairment (MCI): a Meta-Analysis of Outcomes on Neuropsychological Measures. *Neuropsychology Review*, 27(4), 440–484. <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9363-3>
- 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>
- Sohlberg, M. K. ., & Mateer, C. A. (2001). *Cognitive rehabilitation: An integrative neuropsychological approach*. New York: The Guilford Press.
- Talassi, E., Guerreschi, M., Feriani, M., Fedi, V., Bianchetti, A., & Trabucchi, M. (2007). Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in mild dementia (MD) and mild cognitive impairment (MCI): a case control study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 44 (Suppl 1), 391–399. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2007.01.055>
- Testa, M. A. (1987). Interpreting quality-of-life clinical trial data for use in the clinical practice of antihypertensive therapy. *Journal of Hypertension. Supplement: Official Journal of the International Society of Hypertension*, 5(1), S9-13.

- Troyer, A. K., Murphy, K. J., Anderson, N. D., Moscovitch, M., & Craik, F. I. M. (2008). Changing everyday memory behaviour in amnesic mild cognitive impairment: a randomised controlled trial. *Neuropsychological Rehabilitation*, 18(1), 65–88. <https://doi.org/10.1080/09602010701409684>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2017). *World Population Ageing*. New York, NY, USA.
- Vega Alonso, T., Miralles Espí, M., Mangas Reina, J. M., Castrillejo Pérez, D., Rivas Pérez, A. I., Gil Costa, M., et al. (2016). Prevalencia de deterioro cognitivo en España. Estudio Gómez de Caso en redes centinelas sanitarias. *Neurología*, 33(8). <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2016.10.002>
- Virtual Training for the Elderly. (n.d.). Retrieved September 8, 2018, from <http://www.virtrael.everyware.es/#home>
- Wechsler. (1999). *WAIS-III: Escala de inteligencia de Wechsler para Adultos*. Madrid: TEA Ediciones.
- Wechsler, D. (2012). *WAIS-IV: Escala de Inteligencia de Wechsler para Adultos*. Madrid: Pearson.
- Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P. W., Emslie, H., & Evans, J. J. (1996). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- Wyrwich, K. W., & Wolinsky, F. D. (2000). Identifying meaningful intra-individual change standards for health-related quality of life measures. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 6(1), 39–49. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2753.2000.00238.x>

CAPÍTULO 9

MEJORAS DE EJERCICIOS DE ESTIMULACIÓN DE VIRTRA-EL

(Estudio 4)

Hornos, M. J., Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Rodríguez-Almendros, M. L.,

Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2018). Visual working memory training of the elderly in VIRTRAEL personalized assistant. *Intelligent Systems Reference Library*, 132, 57–76. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62530-0_4

Visual Working Memory Training of the Elderly in VIRTRAE L Personalized Assistant

Miguel J. Hornos^{1,*}, Sandra Rute-Pérez², Carlos Rodríguez-Domínguez¹,
María Luisa Rodríguez-Almendros¹, María José Rodríguez-Fórtiz¹, Alfonso
Caracuel²

¹ Software Engineering Department, ETSIIT, CITIC, University of Granada, Granada, Spain

² CIMCYC, University of Granada, Granada, Spain

*Corresponding author: mhornos@ugr.es

Abstract Personal assistants using emerging technologies are showing a great potential to provide an important impact in different aspects of daily human life currently and during the near future. They are usually intended to help people with especial needs. The one presented in this chapter, called VIRTRAE L, is especially designed to assess, stimulate and train several cognitive skills that experience a decline as people age, reason why its target public is the elderly, as well as the therapists who treat them. VIRTRAE L is made up of different types of exercises, each of them specifically designed to evaluate and stimulate a different cognitive function. After presenting an overview of our tool, we focus on one of its exercises, the one devoted to the classification and memorization of images, which is intended to train the visual working memory. We also present a configuration tool that allows the therapists to customize and adapt each exercise to the preferences and needs of a given user. Moreover, we show some results of a pilot study carried out with a sample of elderly people.

1 Introduction

The use of emerging technologies to develop personal assistants to help elderly people to improve their quality of life at diverse ambits of daily life is a duty of our society nowadays. This will contribute not only to help the elderly to lead a more independent and satisfying life but also to save a significant amount of economic costs (in health, mobility, social inclusion, etc.) to governments and institutions.

One of these ambits of application would be the one related to cognitive functions. As is known, many older people usually suffer some degree of decline in their cognitive skills, which involves different symptoms, such as a reduction in problem solving capacity, less ability to reason and to maintain the attention focus,

and forgetfulness, to mention only a few. Several studies (Selzer et al. 2006, Tassari et al. 2007, Jean et al. 2010) have demonstrated that an adequate cognitive stimulation helps to decrease the rate of both age-related intellectual decay and cognitive decline.

Moreover, emerging technologies can help to provide new training opportunities developed as exercises and tests implemented as serious games (Rego et al. 2010, Ijsselsteijn et al. 2007, Melenhorst 2002, Cowan et al. 2011, Wiemeyer and Klien 2012) to delay the decline in certain cognitive, sensory-motor, social, and even emotional functions that people suffer as they age.

One of the cognitive abilities that can be trained using technologies is the classification and memorization of images, task that aims to train the Visual Working Memory (VWM) ability. This cognitive skill is responsible for the processing and maintenance of the visual information necessary to solve problems in a short time (Pertzov et al. 2015). It is mainly supported by the Visuospatial Sketchpad, a component of the most accepted Working Memory Model (Baddeley et al. 2010). The Visuospatial Sketchpad maintains the visual objects and their spatial position for a short time. This maintenance of the visual information is really important because allows the Working Memory to operate independently of the direct stimulation of the retina (Nie et al. 2017). Daily, we use this ability to face many of our activities, such as mental calculations to check if we have enough money when buying at the supermarket, information retaining that we perceive through the sight to understand it when reading a book, or even interpretation and remembering of traffic signs once they have passed when driving.

VWM is one of the main cognitive functions in the performance of activities of daily living. From the small amount of information processed in the VWM we can represent in a stable way and understand the visuospatial environment and the world (Nie et al. 2017). This ability allows us to perform complex activities that require keeping irrelevant information out of our thoughts and actions (Jost et al. 2011). Processing information in the VWM allows us to plan and guide our behaviour in a wide variety of situations (Nie et al. 2017), such as tracking traffic signals when driving, the colour and shape of the medication we just took (Parra et al. 2010), or our movement in a room when the light suddenly goes out (Ko and Ally 2011).

VWM deteriorates with aging, dementia or Alzheimer's disease. A VWM dysfunction may be a key factor in the widespread deterioration of other cognitive functions that depend on it (Jost et al. 2011). A specific deterioration of the VWM has been seen in asymptomatic individuals but with early-onset Alzheimer's disease (Parra et al. 2010). This deficit implies the loss of the capacity to represent objects as an integrated whole, and consequently the impaired performance of daily activities. However, cognitive interventions produce changes in the cerebral activation of healthy elderly people and with dementia, provoking a neural plasticity that facilitates learning (Van et al. 2015). Daily intellectual training with tasks such as puzzle solving has beneficial effects on the working memory of older people. These effects are greater when the training environment demands a higher

concentration (Nozawa et al. 2015). Also, computerized cognitive training improves visual memory, even in people at high risk of cognitive impairment (Coyle et al. 2015).

In this paper, we firstly present an overview of a web-based system that we have developed, called VIRTRAEEL (VIRtual TRAIning for the ELderly). It has been specially designed to both assess and stimulate the elderly users' cognitive skills by means of a series of exercises and tests implemented as serious games. Some of these exercises are implemented as 2D serious games (López-Martínez et al. 2011, Rute-Pérez et al. 2014, Rute-Pérez et al. 2016) and other ones as 3D serious games (Rodríguez-Fórtiz et al. 2016). All of them encourage a greater user engagement and motivation and each of them are devoted to train at least one of these cognitive functions: memory, attention, planning and reasoning. Users, not only the elderly but also their therapists and carers, can access to VIRTRAEEL platform using a personal computer, a laptop or a tablet.

Elderly people have difficulties to use technologies, and more specifically elders with cognitive impairments. For this reason, VIRTRAEEL has been designed taking into account several usability guidelines oriented to elderly people, including the one corresponding to W3C¹. Besides, its usability has been tested by a group of users in a pilot study (Rute-Pérez et al. 2014). As VIRTRAEEL can be executed in a computer or in a mobile device, such as a tablet, the users interact with it using a mouse (in the first case) or their fingers on the touch screen (in the second case). Older people usually prefer this last form of interaction because it is more direct and intuitive and makes them easier the use of the application.

VIRTRAEEL, as a personal assistant, guides the users through the cognitive training process, evaluates user responses, provides feedback, and makes decisions to adapt the difficulty levels of the exercises and personalize them. Adaptation rules are defined by the therapists so that an intelligent system uses them to fit the exercises to each user at run-time.

Among all the exercises included in VIRTRAEEL, we focus on the one dedicated to train the classification and memorization of images. In the design and implementation of the exercises, we have taken into account all the theoretical aspects described by the psychologists integrated in the development team.

The rest of the chapter is organized as follows: Section 2 revises some related tools, analysing their main characteristics and comparing our tool with respect to them. Section 3 gives an overview of VIRTRAEEL, describing it and presenting some of the exercises or games that it includes. Section 4 presents the exercise devoted to classification and memorization of images, as well as some results of a pilot study that we have carried out with a sample of elderly people performing such exercise, and a configuration tool that allows personalizing the exercise. Finally, Section 5 outlines the conclusions and future work.

¹ <https://www.w3.org/WAI/older-users/developing.html>

2 Related work

Currently, there is an increase in the number of computer-based applications that are marketed as sound scientific tools to improve the cognitive functions of older adults, but there are few systematic studies (Tusch et al., 2016). VIRTRAEEL has been compared to four widely used programs for cognitive stimulation: REHACOM, COGMED, COGNIFIT, and GRADIOR. There are some similarities between all programs, such as a certain degree of customization and the reporting of user performance and progress. However, there are specific differences between VIRTRAEEL and these programs about visual memory training. Below we summarize some of the features of the programs and of the differences found.

REHACOM². The program makes a log of the execution of the user, provides feedback and automatically adjusts the level of difficulty to the user progress. It allows the therapist to perform the individualization of exercises through images for each user and the adjustment of parameters such as training and reaction time, or the type of encouragement and feedback. It includes training in visual memory along with other cognitive components, but it does not include the teaching of any memorization strategy, such as the categorization one. REHACOM was developed for rehabilitation after brain injury due to stroke, multiple sclerosis or trauma (d'Amato et al., 2011). We only found one study (Lee et al. 2013) with REHACOM in the elderly (30 healthy people aged between 65 and 80). Half of the sample was allocated to a REHACOM training group while the other half was allocated to a physical training group. Results showed significant improvements in both groups but there were no differences with them. Consequently, studies with larger samples are needed.

COGMED³. Monitoring and feedback of this tool have to be done by a certified Coach. There are adjusted difficulties levels based on the user performance but the exercises cannot be personalized. The program is focused on the improvement of the working memory and includes training in VWM. It does not allow the use of categorization as a learning and memory strategy. Hyer et al. (2016) performed the first study to use COGMED with older adults with MCI. In this study, the participants improved in working memory but they did not report transfer effects for tasks dissimilar enough from the trained tasks. A review (Shinaver et al. 2014) showed a lack of research about COGMED with people older than 60. Just one study included people older than 50 years, but also children younger than 10 years. Therefore, there is a limitation for extracting sound conclusions.

COGNIFIT⁴. Therapists can customize sessions but not exercises. This tool makes a record of the results of the exercises and adjusts the training according to the user performance. It includes VWM tasks but no training in memorization

² <http://www.rehacom.us/index.php/aboutrehacom>

³ <http://www.cogmed.com/>

⁴ <https://www.cognifit.com>

strategies. Eighteen older participants showed verbal (non-visual) WM improvement after an online training with COGNIFIT (Gigle et al. 2013). Studies with larger samples are also needed.

GRADIOR⁵. Professionals can design interventions personalized and adapted to the level of performance and the needs of each person. It includes training tasks in visual attention but no strategies are taught or trained for improving VWM. To the best of our knowledge, there is a lack of sound scientific evidences about GRADIOR effectiveness.

The main advantage of VIRTRAEEL compared to the programs analyzed is the inclusion of training in categorization as a memorization strategy. The other programs analyzed simply use massive presentation of images and users are not taught to use any strategy to learn or remember them.

We have also found other two important general differences. One of them is that only VIRTRAEEL includes a character (selected by the user from a set of characters) that will be in charge of providing the instructions and feedback to the user. The other important difference is that VIRTRAEEL is open-source and free.

3 VIRTRAEEL description

VIRTRAEEL⁶ (VIRtuel TRAIning for the ELderly) is a web-based system specially intended for cognitive assessment and stimulation of elderly people. The idea is that its end users (i.e. older people, considered as patients) can carry out a series of exercises from anywhere with Internet connection to train certain cognitive skills with the aim of improving them or at least maintaining them. At the same time, VIRTRAEEL allows a therapist to configure and supervise the activities carried out by his/her patients within the platform. In addition, it allows the communication among people using the application, and is prepared to provide adaptation and collaboration mechanisms (Rodríguez-Domínguez et al. 2016). To carry out all this, VIRTRAEEL includes three key tools:

Communication tool. The idea is to use this tool to avoid or at least decrease the sense of isolation that older people often have, by encouraging the communication and even the collaboration with other users. To do this, it provides a forum to exchange messages among people involved in the cognitive evaluation and stimulation process, as well as a chat to allow real-time collaboration between end users and their therapists. As a result, we will get the user engagement with the application.

Configuration tool. This tool is intended to be used by either the administrator or the therapists to assign elderly users (patients) to the corresponding therapist, as

⁵ <http://www.ides.es/gradior>

⁶ <http://virtrael.es>

well as carers to a given elder user. It also allows the therapists to supervise which exercises are being carried out by their patients and consult what results they are getting at real time. Taking into account this information, the therapists can choose which exercises are more adequate to be carried out by each of their patients at a given moment, and their best execution order, as well as configure them more accurately. Thus, for example, a therapist who is monitoring one of his/her patients can decide, depending on the user's degree of success in the exercise that is carrying out, whether the next exercise planned for such user should be performed or skipped. Moreover, this tool can be considered as an *authoring tool*, because it allows creating personalized exercises based on the one included in VIRTRAEL. Hence, a therapist can customize a given exercise for a specific user using this tool. This last aspect of this tool will be addressed in Section 4.2.

Cognitive evaluation and stimulation tool. It can be considered the main tool of VIRTRAEL, and includes 18 different exercises distributed in 15 predefined work sessions. The first two sessions and the last two ones are respectively devoted to assess the cognitive skills of the user before and after the stimulation sessions, which are the rest ones, where the mentioned exercises are carried out to train such cognitive abilities. Each exercise has been designed to either evaluate or stimulate (depending on the session where it is executed) one or more of the following cognitive functions: memory, attention, reasoning and planning. As a general rule, a character presents the appropriate instructions to the user at the beginning of each exercise, telling him/her what must do in it. After reading them, the user should act accordingly to complete the exercise. Thus, for example, the user must select one or more elements from a set of (textual or graphical) items in some cases, while s/he must write the corresponding element in other cases, to mention only a few of the possible actions to be carried out in the different exercises. The following figures show screenshots of some of the exercises included in this tool: the one presented in Fig. 1 is intended to stimulate attention, the one in Fig. 2 corresponds to an exercise to train reasoning, the ones in Fig. 3 are related to an exercise devoted to work planning, while the ones in Fig. 4 correspond to an exercise designed to mainly stimulate visuospatial attention, and more specifically its modalities of divided, alternating and selective attention, but also to secondarily train categorical reasoning.

The character used in VIRTRAEL behaves as an intelligent virtual assistant (Ostinelli 2007) that acts as a mediator between the user and the application. It interacts with the user through a textual interface. Sound has not been added because the incompatibility and the lack of support for some of the more common web browsers. In our case, the "intelligence" of this character is shown in two ways: (1) orienting the user to repeat an exercise or trial again if his/her results are not good, and (2) adapting its response when congratulating or communicating bad results to the user, encouraging him/her to do it better next time. The users who participated in the VIRTRAEL pilot study confirm us that they felt accompanied and encouraged by this character, because they had someone to pay attention to and be

accountable to, as indicated by Borini et al. (2009). Moreover, we have checked that the existence of this character to interact with is a way to facilitate older people to focus their attention on different key moments, such as realizing the beginning of a new exercise or understanding instructions.

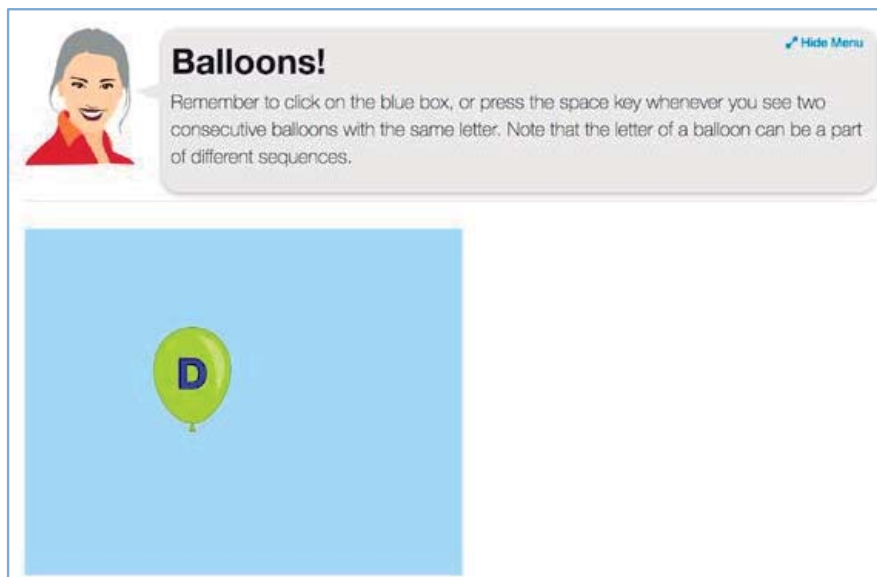


Fig. 1. Exercise on balloons in movement, especially designed to train attention.

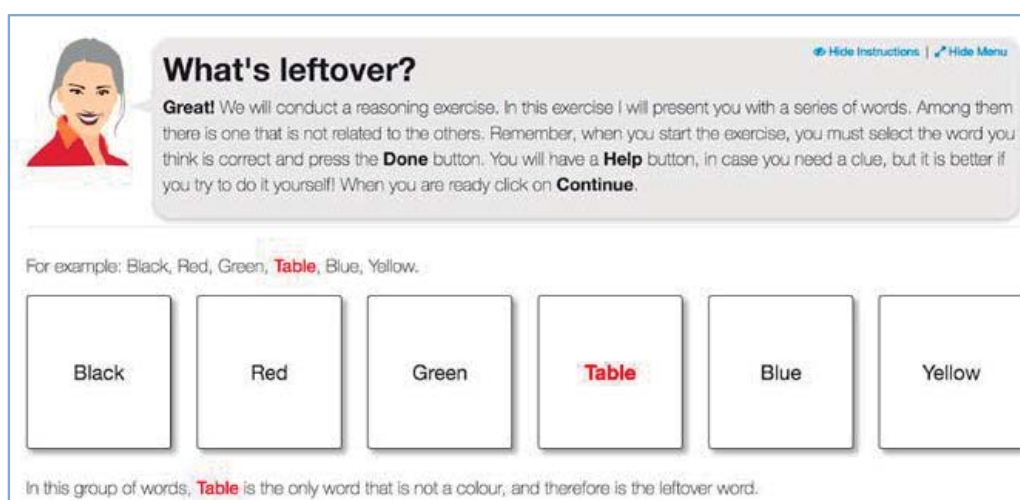


Fig. 2. Exercise on semantic series, designed to train reasoning.

While the user is performing an exercise, the values of several variables (such as playtime, number of failures, hits and omissions, etc.) are registered to evaluate his/her degree of success. In addition, these values are taken into account to adapt not only the difficulty level of the exercise but also its user interface at run time, i.e. while the user is carrying out the exercise. In VIRTRAEEL architecture, there is a separation between the model and the view. In fact, there are several views and interface components per each exercise. They are used depending on the device

and web browser in which the corresponding exercise is being executed, so that the user interface adapts at run time. Besides, we have considered a responsive design in order to make the exercises look good in devices with screens of different size (this allows resizing, hiding, shrinking, enlarging, or moving the contents when it is necessary).

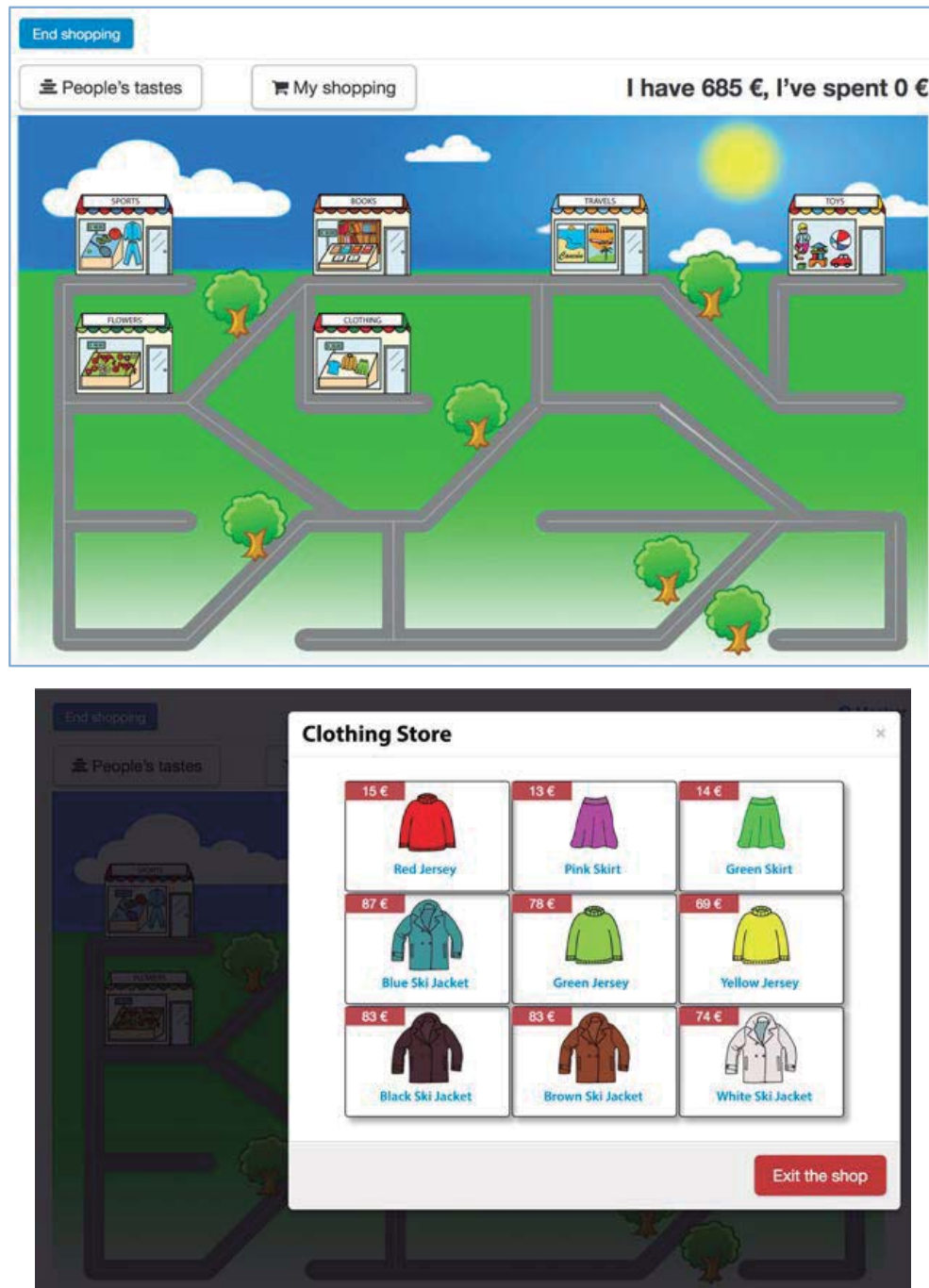


Fig. 3. Exercise on purchase of several gifts with a certain budget, designed to train planning: The upper screenshot shows the different shops, while the bottom one shows the items available in the shop selected by the user.

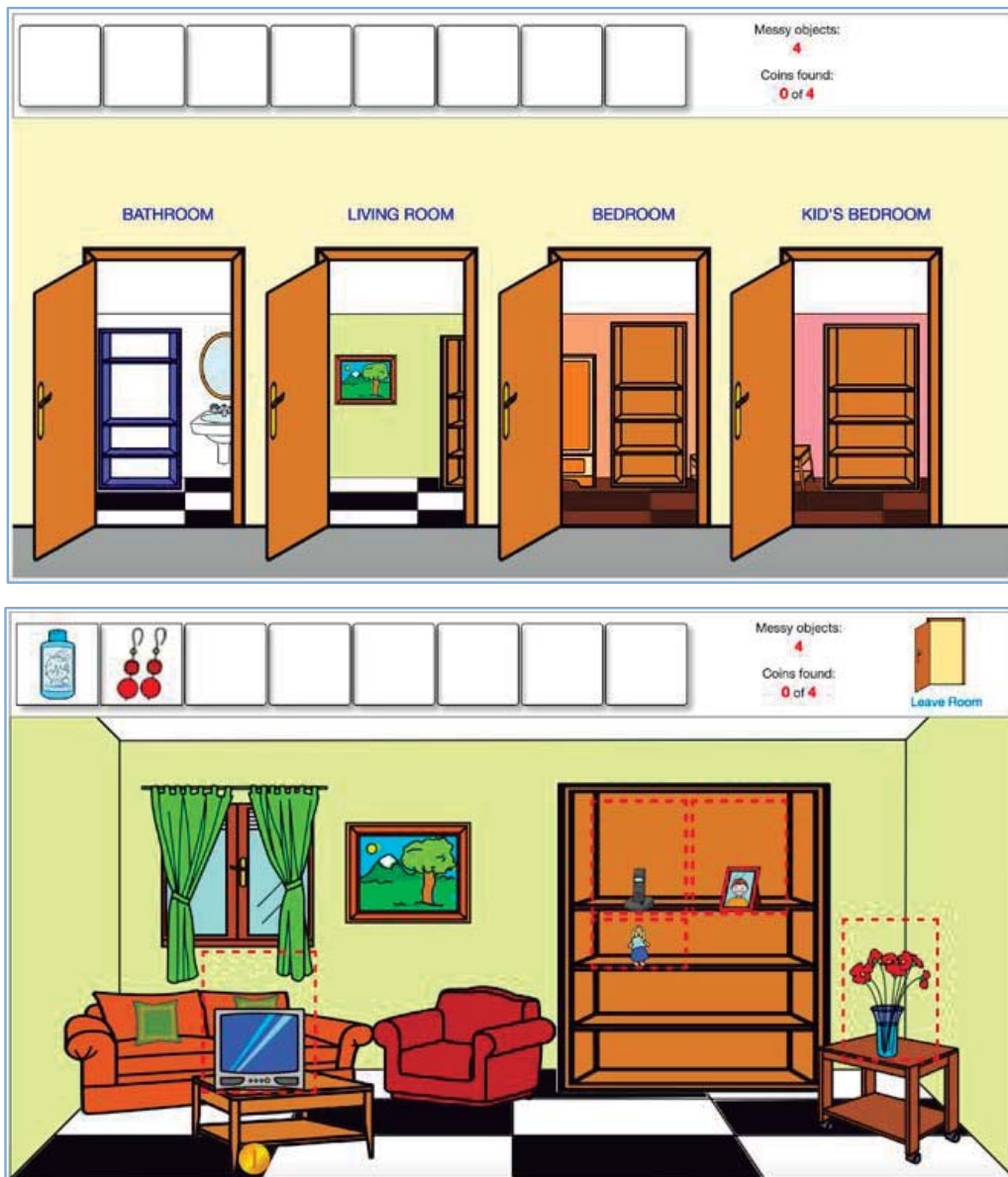


Fig. 4. Exercise to put messy objects in the right place and collect the coins lying on the floor, designed to train visuospatial attention and categorical reasoning: The upper screenshot shows the corridor that gives access to the different rooms of the house, while the bottom one presents one of these rooms (the living room in this case) once the user has entered in it, showing the items that can be moved surrounded by a rectangle with dashed line.

Each exercise has an estimated time in which it has to be solved or carried out. If the user does not answer or act as expected, the exercise asks the user to try it again. The session is automatically closed when the user does not interact with the application during a specific time interval, which depends on the exercise in question.

Many of the exercises included in this last tool of VIRTRAEEL are based on the ones we developed previously for PESCO (acronym of the Spanish expression

Programa de Estimulación Cognitiva – Cognitive Stimulation Program) (López-Martínez et al. 2011, Rute-Pérez et al. 2014), which is a tool intended to be locally run in Linux computers. Thus, in some sense, VIRTRAEEL provides the web-based version of such exercises.

In addition, this tool of VIRTRAEEL includes several new exercises that have been implemented as serious 3D games (Rodríguez-Fórtiz et al. 2016) using virtual reality techniques. Fig. 5 presents a couple of screenshots showing two different scenarios included in one of such exercises. The objective of these exercises is to stimulate and train a wide range of skills within the mentioned cognitive functions (i.e. memory, attention, reasoning and planning) using realistic virtual scenarios based on activities of daily living (ADL). Thus, the upper scenario in Fig. 5 serves to train memory (the user has to remember where s/he wants to go), and planning (how to get to the wanted place, using a map and the orientation in open spaces, as well as respecting the traffic rules), while the lower scenario is aimed at training attention and planning (by looking for and locating the objects that are to be bought from the shopping list previously made) as well as reasoning (when making the payment at the supermarket cash register). This type of exercises, which makes elder users understand better what to do and feel more motivated, facilitates the transfer of the gaming experience to real life similar situations, as indicated in previous studies (Chevignard et al. 2000, Krasny-Pacini et al. 2014), where it is demonstrated that the ecological validity of computer-assisted training facilitates the transfer of cognitive improvements to the performing of ADL in real life contexts.

VIRTRAEEL has been developed as a web platform because web standards provide *portability*. Thus, anyone with a device that can run a web browser and from anywhere with connexion to Internet can access and use our platform. This technology also allows simultaneously creating and running different instances of one or more exercises. And this makes possible that a series of users can use the services provided by VIRTRAEEL at the same time, from different geographical locations and with a much lower (temporary and economic) cost than if the same exercises had to be performed in the therapist's consultation. All of it thanks to patients can perform them at their own home or whatever other place with access to Internet where they are. This avoids the temporary and/or economic costs of having to go to the consultation, the time in the waiting room of the consultation, etc. In addition, VIRTRAEEL allows the therapists to be more efficient performing their work and thus to be able to attend to a greater number of patients, irrespective of where these reside.



Fig. 5. Two scenarios of a 3D game included in VIRTRAEI: The upper one corresponds to a street, showing a map in the right upper corner, while the lower one presents shelves with items inside a supermarket.

Moreover, as other of our aims is providing a program of exercises that can be performed by elderly people without the constant support of a therapist, a series of *proactive adaptations* have been incorporated into the platform. Consequently, these adaptations have to be carried out at run-time, and they should be done in a twofold sense, because it is necessary to adapt: (1) the user interface, due to the diversity of features that the different devices used by the users to access to the platform can have; and (2) the contents and structure of the exercises, according to the level of difficulty selected and the skills shown by the user while performing the exercise.

To carry out both types of adaptation, we have designed an *on-the-fly decision-making mechanism* which has been internally implemented by means of a *rule-based system* (Hayes-Roth 1985), consisting of a series of “if <predicate>, then <action/s>” rules. Each of them is triggered when its corresponding predicate is satisfied. A predicate can make reference to the cognitive skills, personal information, daily habits and hobbies (or any other information considered of interest in the future) stored in the user profile, as well as to the results of partially performing an exercise, the type of exercise, the number of trials performed, the kind of device used by the user, etc. Some examples of actions to be executed when the

predicate of a rule is satisfied could be: modifying the value assigned to one or more variables of the exercise (e.g. the total possible choices as answer to a question, the amount of on-screen elements or the number of steps) in order to increase or decrease its level of difficulty and/or change its workflow, as well as adjusting some of its presentation features (e.g. interaction mode, fonts, colours, and/or widgets to be used). The execution of the action/s associated to a rule implies the update of the exercise instance that the user is performing to include the new properties in it. Thus, for instance, if a user is not able to complete an exercise after several attempts, then a simplified exercise (e.g. with fewer elements) and/or a tutorial on how to carry out the exercise could be shown to the user just after the execution of the corresponding rule.

Before finish this section, we should mention that two previous studies with a representative sample of elderly users have been carried out (Rute-Pérez et al. 2014). In the first study participated forty-three elderly people (65% women) with a mean age of 74 years (SD = 10.9). Just 35% of them had previously used a computer. As some results showed that there was room for usability improvements, several changes had been made motivated by such results. Others results showed that the tasks included in the cognitive test module demonstrated its concurrent validity with traditional cognitive evaluation tests. In the second study, seventy older people were allocated in an experimental and a control group for determinate efficacy of the cognitive training with VIRTRAE. Results showed that the stimulation exercises were effective for improving attention, verbal working memory and planning skills in the elderly.

4 Classification and Memorization of Images exercise

The Classification and Memorization of Images exercise does not use a massed presentation of stimuli as a memory improvement strategy. Unlike other computer-based exercises, what is asked to older people is not to memorize the images but rather to classify them into categories. Categorization is our ability to group stimuli into categories that indicate semantic relationships between stimuli (Freedman and Assad 2016). This ability is innate and very adaptive, since for example it helps us to detect and avoid potentially dangerous objects and situations (Schenk et al. 2016). This skill can be improved throughout life but from the age of 60 there is a gradual decrease in performance in object categorization, especially in incongruent contexts. This decrease could impair the recognition of objects in daily visual tasks and environments (Rémy et al. 2013). Training with classification tasks has shown effectiveness in improving visual memory. For example, training in categorization strategies for memorization tasks improved visual memory, as opposed to movement discrimination strategies (Sarma et al. 2015).

This exercise also trains object discrimination. The target images are displayed together with distractors that belong or not to the same category of the image that

users have previously visualized. Older people should decide and indicate for each stimulus (target or distractor) whether or not it was among those who were shown in the initial phase. In order to have an adequate performance in this recognition task, the visual information of the previously categorized objects must be kept active in the VWM (Freedman and Assad 2016).

The exercise has two phases. The first one shows four categories of objects and asks the user to select images of objects from a set of images in the screen and to classify them accordingly (see Fig. 6). Some examples of categories are fruits, meals, parts of the body, sports, tools, transports or professions. Categories and objects are randomly selected in each execution to present different elements belonging to a diverse range of domains, thus preventing exercise from being boring.

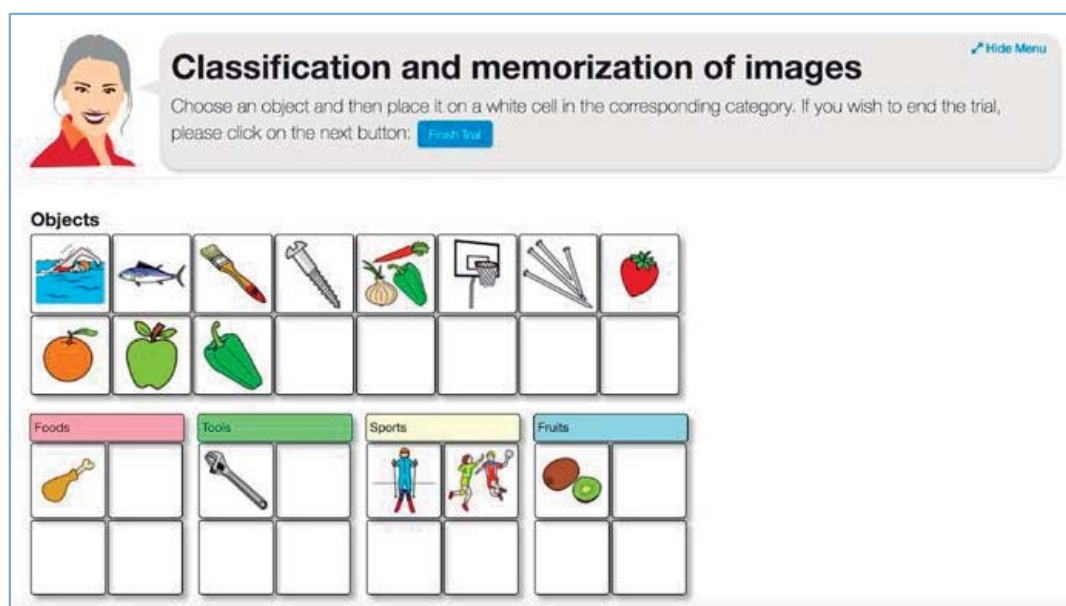


Fig. 6. Classification phase of the Classification and Memorization of Images exercise.

The user has to select an object from above and move it to a cell into a category from below. The proposal of this exercise is showing the users that the objects can be classified in order to help their mind to memorize them easily. Besides, this provides more hints during the recovering process from the memory, being a very useful strategy of memorization.

When the user has finished the exercise, VIRTRAEEL registers the time used in performing it, and the number of fails, successes and omissions (i.e. objects without classification). If these values are optimal, the user is considered as “prepared” and can continue with the second phase of the exercise. In other case, the first phase of the exercise should be repeated again. The psychologists integrated in our development team know the optimal values and VIRTRAEEL has been programmed according to them. Thus, for example, in order to progress to a higher level, the face-to-face general rule of traditional cognitive training has been ap-

plied. In fact, to reach the next level of difficulty, it is necessary to achieve at least 80% of the total score at the current level.

There is a character acting as an assistant that describes the exercise and explains step by step what the user has to do and how to interact with the application to solve the exercises. The assistant also informs the user about his/her successes and fails to provide him/her a feedback, and encourage the user to continue.

The second phase of the exercise consists of a maximum of eight trials to train memory. Each one shows images of objects that have to be memorized during a specific time. The number of images and time in each trial vary taking into account the performance of the user and his/her results (see Fig. 7). As before, the psychologists integrated in our development team have decided when and how each trial takes into account the previous user interaction results. As shown in Fig. 7, there are differences between trials according the previous hits and fails of the user. Thus, the left screenshot in such figure, which corresponds to trial 7 out of a total of 8 (as indicated in the text at the bottom), presents an array of 16 images to be memorized in 60 seconds (the capture was done in the ninth second of them, as indicated in the counter that is shown to the user above the array), while the right screenshot, corresponding to the last test (8/8), presents a matrix of 20 images to be memorized in 75 seconds.

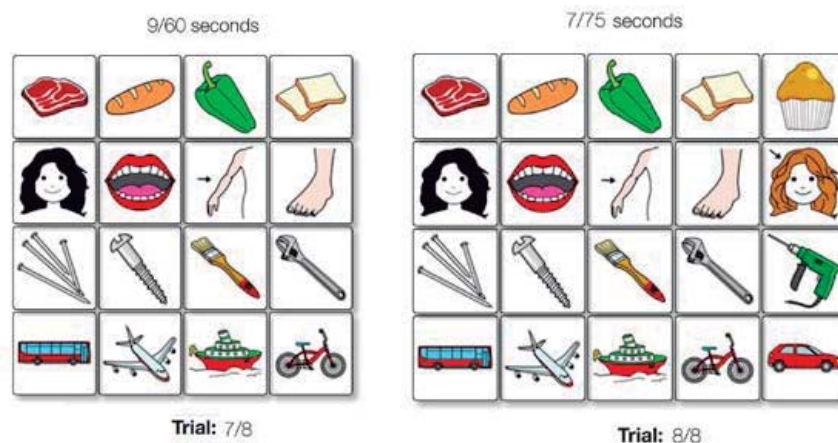


Fig. 7. Memorization phase of the Classification and Memorization of Images exercise.

After memorizing the objects in each trial, the user has to select only the objects that have been memorized by him/her from a set of images shown in the screen (see Fig. 8). If the user applies the classification strategy previously mentioned to memorize them, it will be easier.

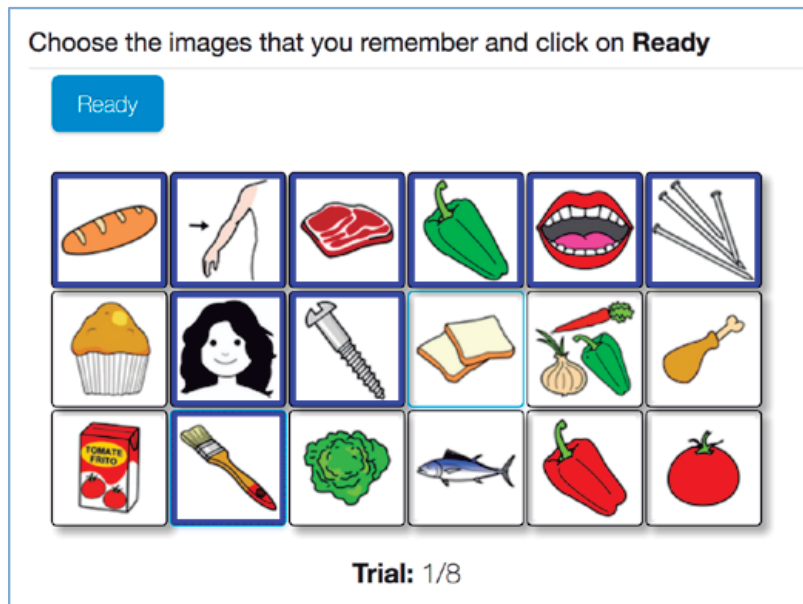


Fig. 8. Images selected by the user (highlighted with a thicker border in blue).

The assistant guides the user through the trials, and also provides him/her feedback just after the execution of each trial, by informing the user his/her results, as shown in Fig. 9.

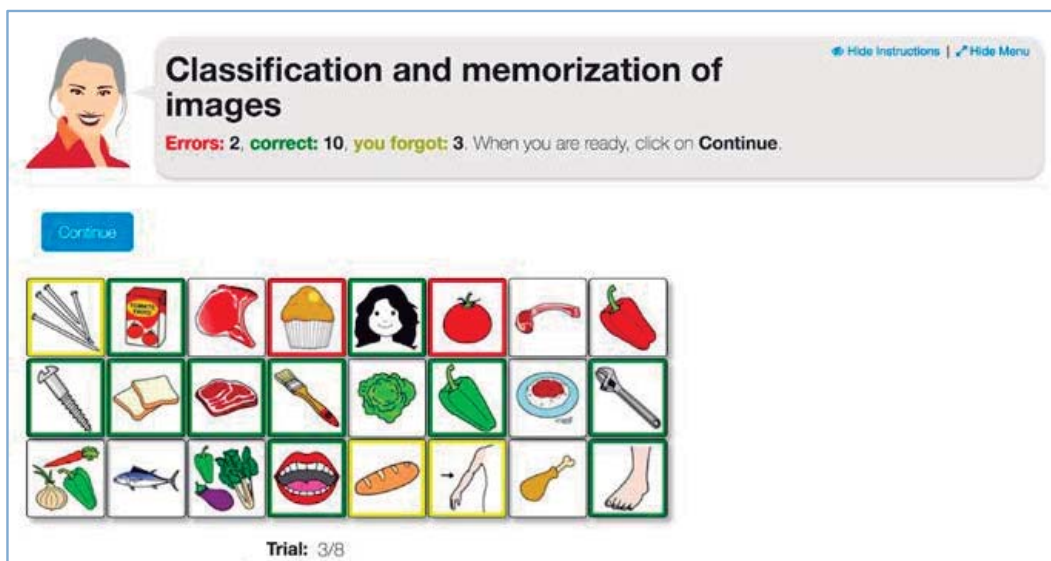


Fig. 9. Feedback on the performance of each trial provided by the assistant.

4.1 Pilot study

A pilot study has been conducted to determine the effectiveness of the Classification and Memorization of Images exercise for improving the visual working memory in the elderly. Participants without dementia were recruited from community computer centers. One hundred and seventy nine people over 65 years performed the exercise three times, with an interval of 2 weeks between each training session. Twenty of the users performed the exercise alone at home and the rest were divided into groups of 15-20 people with a tutor in a classroom. The tutor only had to help some users with technical problems in the computer, since none of them had problems to understand the instructions of the character about the exercises and the steps to follow to carry them out.

Mean duration of each exercise was 8 minutes with a standard deviation of 2.9 minutes. The minimum and the maximum time for each trial were established at 1 and 30 minutes respectively. Participants performed the exercise in groups of 8 people, but they were asked to do it in an independent way. For each session, participants must read the instructions and demonstration provided by the character before starting the exercise. A psychologist supervised all sessions for checking that participants followed the rules and did not use any help, such as pen and paper.

A Student's *t*-test for related samples was applied to determine if there was any improvement in visual working memory between the first (Time 1) and the last session (Time 2). Mean (and Standard Deviation) of images correctly recorded was 109,64 (60,77) at Time 1 and 128,48 (65,53) at Time 2. Normality assumption of both samples was checked with the Kolmogorov-Smirnov test. Results showed that there was a statistically significant improvement in the number of correctly memorized images between the first and third training sessions [$t = -3.642$; $p < 0.001$]. Our hypothesis for this great improvement was that users learnt that applying the trained categorization strategy allows them to discriminate between target and distractors in an easy way. This finding has implication for Daily Live Activities, because there are many opportunities to apply categorization in real contexts (such as supermarket, multiple errands, etc.).

4.2 Personalization of the exercise

The configuration tool of VIRTRAEEL allows designing and managing the exercises. The therapists can customize and adapt the exercises to properly adjust them to the needs or preferences of different users. They can select a type of exercise and determine some of its features and contents.

Although the configuration tool allows personalize some of the exercises included in VIRTRAEEL, this section is focused on the exercise described above,

called Classification and Memorization of Images. In this exercise, the therapist can customize the following elements:

- Categories management:
 - Add a category: The therapist creates a new category name.
 - Modify a category: The therapist can modify the name of a category.
 - Delete a category: The category is eliminated from the set of categories.
- Objects management (see Fig. 10):
 - Add an object to a category: The therapist has to provide an object name and an associated image.
 - Modify an object of a category: The therapist can modify the name and the image associated to the selected object of a category.
 - Delete an object of a category: The category is eliminated from the corresponding category.

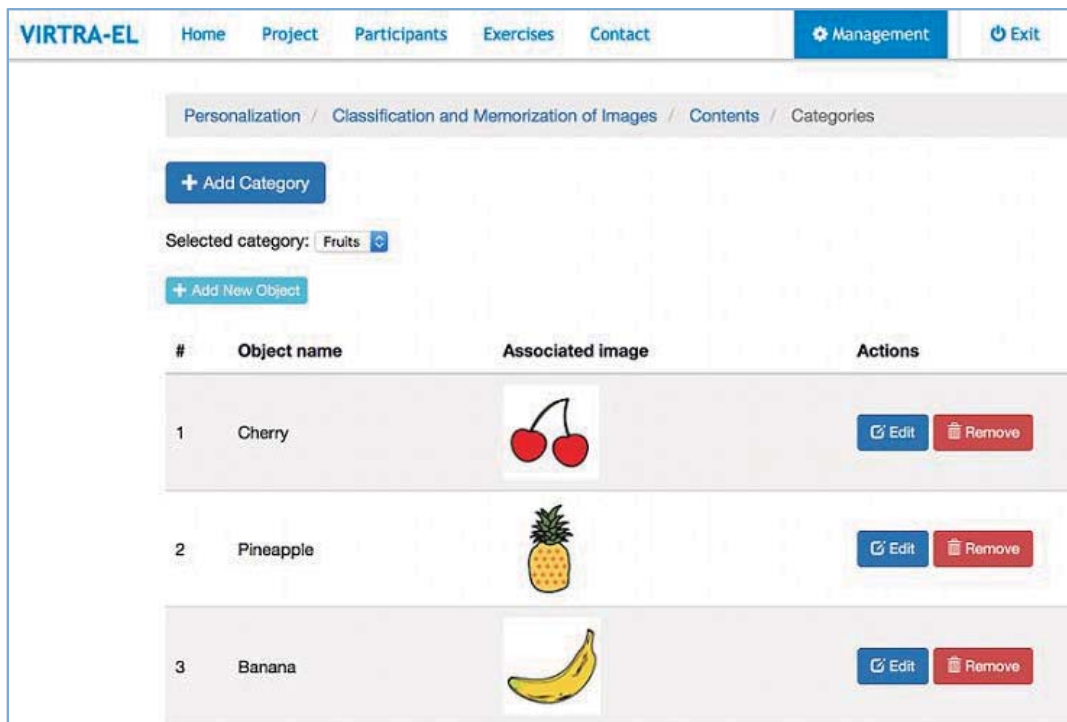


Fig. 10. Management of objects in a selected category.

- Characteristics of the second phase of the exercise (see Fig. 11):
 - Number of trials.
 - Memorization time for each trial.
 - Maximum trial time (to select the memorized objects).
 - Position of the objects in screen. It can be fixed or random.
 - Number of objects of each category that are displayed in each trial.

#	Memory time	Maximum trial time	Number of categories	Number of objects	Position	Actions
1	45 seconds	180 seconds	2	4	Random	Edit Remove
2	30 seconds	180 seconds	2	6	Random	Edit Remove
3	30 seconds	180 seconds	4	4	Fixed	Edit Remove

Fig. 11. Edition of exercise characteristics to customize it.

In order to adapt the exercise to the previous user performance, the therapist can determine a set of rules of adaptation that are used at run-time to change the difficulty level of the exercises. There are rules of adaptation in each phase.

- First Phase: It allows determining whether the user can start or not with the second phase depending the required time to complete the exercise, as well as the number of failures, hits and omissions.
- Second Phase: The characteristics of the exercise depend on the performance of the user on the previous trials. If the user carries out one trial correctly, the difficulty level of the exercise is increased, and it is decreased in the other case. The difficulty level is defined by the number of trials, the number of categories and objects in each category for each trial, the memorization time available in each trial and the maximum time to finalize each trial.

5 Conclusions and future work

Information and communications technologies can be used to train cognitive skills such as Visual Working Memory (VWM). We have presented the exercise named “Classification and Memorization of Images”, designed to train VWM and strategies of categorization of images. This exercise is part of a personal assistant called VIRTRAEL developed to help elderly people improve or maintain certain cognitive skills related to the functions of memory, attention, planning and reasoning. The personal assistant also allows the adaptation and personalization of the exercise taking into account each user performance, preferences and needs. VIRTRAEL is open-source and has been developed by a multidisciplinary team made up of psychologists, physicians and software engineers. The Classification and Memorization of Images exercise has been tested with elderly people, who have obtained significant improvements in the cognitive skill corresponding to VWM.

VIRTRAEEL is going to be translated to other languages because now it is only available in Spanish. We also have to complete the personalization tool to allow the customization of all the exercises included in the platform presented.

References

- Baddeley, A., Eysenck, M.W., and Anderson, M.C. (2010). *Memory*. Psychology Press.
- Borini, E., Damiano, R., Lombardo, V., and Pizzo, A. (2009). Dramasearch. Character-mediated search in cultural heritage. In: *2nd Conference on Human System Interactions (HSI'09)*. pp. 554-561. IEEE, http://www.di.unito.it/~rossana/concorso_ROMA/pagina_publicazioni/f49-2009-IEEE_HSI.pdf.
- Chevignard, M., Pillon, B., Pradat-Diehl, P., Taillefer, C., Rousseau, S., Le Bras, C., and Dubois, B. (2000). An ecological approach to planning dysfunction: script execution. *Cortex*, 36(5), pp. 649-669.
- Cowan, B., Sabri, H., Kapralos, B., Cristancho, S., Moussa, F., and Dubrowski, A. (2011). SCETF: Serious game surgical cognitive education and training framework. In: *2011 IEEE International Games Innovation Conference*. IEEE, pp. 130-133.
- Coyle, H., Traynor, V., and Solowij, N. (2015). Computerized and virtual reality cognitive training for individuals at high risk of cognitive decline: systematic review of the literature. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(4), pp. 335-359.
- d'Amato, T., Bation, R., Cochet, A., Jalenques, I., Galland, F., Giraud-Baro, E., Pacaud-Troncin, M., Augier-Astolfi, F., Llorca, P.M., Saoud, M., and Brunelin, J. (2011). A randomized, controlled trial of computer-assisted cognitive remediation for schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 125(2-3), pp. 284-290.
- Freedman, D.J., and Assad, J.A. (2016). Neuronal Mechanisms of Visual Categorization: An Abstract View on Decision Making. *Annual Review of Neuroscience*, 39, pp. 129-147.
- Gigle, K.L., Blomeke, K., Shatil, E., Weintraub, S., and Reber, P.J. (2013). Preliminary evidence for the feasibility of at-home online cognitive training with older adults. *Gerontechnology*, 12(1), pp. 26-35.
- Hayes-Roth, F. (1985). Rule-based systems. *Communications of the ACM*, 28(9), pp. 921-932.
- Hyer, L., Scott, C., Atkinson, M.M., Mullen, C.M., Lee, A., Johnson, A., and Mckenzie, L.C. (2016). Cognitive Training Program to Improve Working Memory in Older Adults with MCI. *Clinical Gerontologist*, 39(5), pp. 410-427.
- Ijsselstein, W., Nap, H.H., de Kort, Y., and Poels, K. (2007). Digital game design for elderly users. In: *Proceedings of the 2007 Conference on Future Play*. ACM, pp. 17-22.
- Jean, L., Bergeron, M.È., Thivierge, S., and Simard, M. (2010). Cognitive intervention programs for individuals with mild cognitive impairment: systematic review of the literature. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 18(4), pp. 281-296.
- Jost, K., Bryck, R. L., Vogel, E. K., and Mayr, U. (2011). Are old adults just like low working memory young adults? Filtering efficiency and age differences in visual working memory. *Cerebral Cortex*, 21(5), pp. 1147-1154.
- Krasny-Pacini, A., Limond, J., Evans, J., Hiebel, J., Bendjelida, K., and Chevignard, M. (2014). Context-sensitive goal management training for everyday executive dysfunction in children after severe traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 29(5), pp. E49-E64.
- Ko, P.C., and Ally, B.A. (2011). *Visual cognition in Alzheimer's disease and its functional implications*. INTECH Open Access Publisher.

- Lee, Y.M., Jang, C., Bak, I.H., and Yoon, J. S. (2013). Effects of computer-assisted cognitive rehabilitation training on the cognition and static balance of the elderly. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(11), pp. 1475-1477.
- López-Martínez, A., Santiago-Ramajo, S., Caracuel, A., Valls-Serrano, C., Hornos, M.J., and Rodríguez-Fórtiz, M.J. (2011). Game of gifts purchase: Computer-based training of executive functions for the elderly. In: *IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. IEEE, pp. 1-8.
- Melenhorst, A.S. (2002). *Adopting communication technology in later life: The decisive role of benefits*. Eindhoven University of Technology.
- Nie, Q. Y., Müller, H. J., and Conci, M. (2017). Hierarchical organization in visual working memory: From global ensemble to individual object structure. *Cognition*, 159, pp. 85-96.
- Nozawa, T., Taki, Y., Kanno, A., Akimoto, Y., Ihara, M., Yokoyama, R., Kotozaki, Y., Nouchi, R., Sekiguchi, A., Takeuchi, H., Miyachi, C.M., Ogawa, T., Goto, T., Sunda, T., Shimizu, T., Tozuka, E., Hirose, S., Nanbu, T., and Kawashima, R. (2015). Effects of different types of cognitive training on cognitive function, brain structure, and driving safety in senior daily drivers: a pilot study. *Behavioural Neurology*, 2015, article ID 525901, 18 pages. doi:10.1155/2015/525901.
- Ostinelli, R. (2007). The Composite Intelligence of Virtual Assistants, <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2007/10/the-composite-intelligence-of-virtual-assistants.php>.
- Parra, M. A., Abrahams, S., Logie, R. H., Méndez, L. G., Lopera, F., and Della Sala, S. (2010). Visual short-term memory binding deficits in familial Alzheimer's disease. *Brain*, 133(9), pp. 2702-2713.
- Pertzov, Y., Heider, M., Liang, Y., and Husain, M. (2015). Effects of healthy ageing on precision and binding of object location in visual short term memory. *Psychology and Aging*, 30(1), pp. 26-35.
- Rego, P., Moreira, P.M., and Reis, L.P. (2010). Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy. In: *5th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. IEEE, pp. 1-6.
- Rémy, F., Saint-Aubert, L., Bacon-Macé, N., Vayssière, N., Barbeau, E., and Fabre-Thorpe, M. (2013). Object recognition in congruent and incongruent natural scenes: A life-span study. *Vision Research*, 91, pp. 36-44.
- Rodríguez-Domínguez, C., Carranza-García, F., Rodríguez-Almendros, M.L., Hurtado-Torres, M.V., and Rodríguez-Fórtiz, M.J. (2016). Real Time User Adaptation and Collaboration in Web Based Cognitive Stimulation for Elderly People. In: *13th International Conference Distributed Computing and Artificial Intelligence (DCAI)*. Springer, pp. 367-375.
- Rodríguez-Fórtiz, M.J., Rodríguez-Domínguez, C., Cano, P., Revelles, J., Rodríguez-Almendros, M.L., Hurtado-Torres, M.V., and Rute-Pérez, S. (2016). Serious games for the cognitive stimulation of elderly people. In: *IEEE 4th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. IEEE, pp. 1-7.
- Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Rodríguez-Fórtiz, M.J., Hurtado-Torres, M.V., and Caracuel, A. (2016). Training Working Memory in Elderly People with a Computer-Based Tool. In: *International Conference on Computers Helping People with Special Needs*. Springer, pp. 530-536.
- Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M.V., Rodríguez-Fórtiz, M.J., and Caracuel, A. (2014). Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(88), pp. 1-10.
- Selzer, M., Clarke, S., Cohen, L., Duncan, P., and Gage, F. (2006). *Textbook of neural repair and rehabilitation, vol. 2, Medical Neurorehabilitation*. Cambridge University Press.
- Sarma, A., Masse, N. Y., Wang, X. J., and Freedman, D. J. (2016). Task-specific versus generalized mnemonic representations in parietal and prefrontal cortices. *Nature Neuroscience*, 19(1), pp. 143-149.
- Schenk, S., Minda, J. P., Lech, R. K., and Suchan, B. (2016). Out of sight, out of mind: Categorization learning and normal aging. *Neuropsychologia*, 91, 222-233.

- Shinaver, I., Entwistle, P.C., and Söderqvist, S. (2014). Cogmed WM Training: Reviewing the Reviews. *Applied Neuropsychology: Child*, 3(3), pp. 163-172.
- Talassi, E., Guerreschi, M., Feriani, M., Fedi, V., Bianchetti, A., and Trabucchi, M. (2007). Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in mild dementia (MD) and mild cognitive impairment (MCI): a case control study, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 44(Suppl.), pp. 391-399.
- Tusch, E.S., Alperin, B.R., Ryan, E., Holcomb, P.J., Mohammed, A.H., & Daffner, K.R. (2016). Changes in Neural Activity Underlying Working Memory after Computerized Cognitive Training in Older Adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, pp. 1-14.
- van Os, Y., de Vugt, M. E., and van Boxtel, M. (2015). Cognitive Interventions in Older Persons: Do They Change the Functioning of the Brain?. *BioMed Research International*, 2015, article ID 438908, 14 pages. doi:10.1155/2015/438908.
- Wiemeyer, J., and Kliem, A. (2011). Serious games in prevention and rehabilitation—a new panacea for elderly people?. *European Review of Aging and Physical Activity*, 9(1), pp. 41-50

CAPÍTULO 10

MEJORAS DE LA VALIDEZ ECOLÓGICA DEL MÓDULO DE ESTIMULACION DE VIRTRA-EL

(Estudio 5)

Rodríguez-Fórtiz, M. J., Rodríguez-Domínguez, C., Cano, P., Revelles, J., Rodríguez-Almendros, M. L., Hurtado-Torres, M. V., & Rute-Pérez, S. (2016). Serious games for the cognitive stimulation of elderly people. In *2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (pp. 1–7). <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2016.7586261>

Serious Games for the Cognitive Stimulation of Elderly People

Rodríguez-Fórtiz, M.J., Rodríguez-Domínguez, C.,
Cano, P., Revelles, J., Rodríguez-Almendros, M.L.,
Hurtado-Torres, M.V

ETSIIT. Dpt. Lenguajes y Sistemas Informáticos
University of Granada.
Granada. Spain.

mjfortiz@ugr.es, carlosrodriguez@ugr.es,
pcano@ugr.es, jrevelle@ugr.es, mlra@ugr.es,
mhurtado@ugr.es

Rute-Pérez, S

Psychology Faculty.
CIMCYC. University of Granada.
Granada. Spain.
srutepez@gmail.com

Abstract—Elderly people can suffer some degree of decline in their cognitive capacities, usually including different symptoms (decreased problem solving capacity, decreased ability to reason and to maintain focus, forgetfulness, etc.). Cognitive stimulation has been shown to decrease the rate of intellectual decay and potentially reverse age-related cognitive decline. Serious games provide new training opportunities to improve the decrease in selected social, sensory-motor, cognitive and emotional functions of elderly people. This paper details the objectives of the VIRTRA-EL web platform, which has been designed to evaluate and train cognitive skills to elderly users by means of serious games using the personal computer or tablet devices. Additionally, we present a serious game based on interactive 3D environments, which has been designed with the aim of helping to train memory, attention, planning and reasoning.

Keywords: *Serious Games, Interaction, 3D Environment, Cognitive stimulation, Elderly People*

I. INTRODUCTION

Cognitive skills include memory, attention and concentration, reasoning and problem solving, language, volition and judgment, etc. [1]. Elderly people suffer a cognitive decline due to their age but for some of them it is greater than expected, with deficits in memory, language, thinking and judgment deficits [2].

Cognitive stimulation can improve and stabilize the cognitive and functional performance of elderly people. The quantity, duration and intensity of training sessions influence the success of the intervention [3]. In the case of cognitive training, these exercises must be stimulating for the user and within the scope of his/her interests to enhance user motivation, non-repetitive to decrease monotony, and adaptable to his/her level in terms of difficulty and requisites [4,5].

New technologies provide all of these requirements as well as more training opportunities and adaptation to the needs of elderly people. Multimedia and digital games stimulate and reinforce the user during cognitive training [6,7].

Serious games are considered appropriate to improve or at least delay the decrease of selected social, sensory-motor, cognitive and emotional functions of elderly people [7-9].

Their utility is due to their common objectives [10-12]: are fun to play; add scoring and reinforcements about the state of the game; require reaching a goal; require the application or the development of knowledge, attitudes or skills that can be necessary in the real world; allow users to experience situations similar to reality but in their own home and with a low cost; captivate and engage users; make it possible for supervisors to track user's activities and evaluate their progress.

Digital games can help the promotion of inclusivity, because they can help to influence not only knowledge but also discoveries, challenges [13].

There are other related studies that use serious games to work in health, specifically in nutrition education and sustainability [14], to rehabilitate patients after stroke [15-16], for elderly users [6,17-20].

In Di Loreto's proposal [15], digital games increased the motivation of users because the experience was personalized, adapting content and mode of interaction to the patients. Ijsselsteijn [6] suggests "digital games may offer elderly users new and existing ways to be entertained, stimulating mental abilities, and supporting existing and emerging social networks, both within and across generations".

Virtual reality has also been used in these serious games for rehabilitation to get more involvement of the users and improve their experience of use [16,21,22]. Virtual reality based-methods are engaging and rewarding for elderly users because they offer immersive experiences [1].

In this paper, we propose a 3D serious game included in a platform for the cognitive rehabilitation of elderly people, called VIRTRA-EL. Section 2 presents this platform and section 3 describes the serious game, its objectives and structure. The user test that has been performed for this game is shown in section 4. Finally, section 5 presents our conclusions and future work.

II. VIRTRA-EL PLATFORM

The *VIRTRA-EL* web platform is the result of the *VIRTRA-EL Project* (<http://virtrael.es>), which has the following objectives

- Facilitate and motivate the training of cognitive skills to elderly users by means of serious games using the computer or tablet devices.
- Be free, allowing therapist and elderly users to use the platform anywhere and anytime, using their own computer or tablet, providing more opportunities of learning.
- Design usable serious games for training elderly users.
- Help therapists to evaluate the cognitive skills using serious games as screening tools.
- Facilitate the therapists in the evaluation of the user's progress, querying the results of the training.
- Demonstrate the utility and equivalence of the games of the platform compared to traditional pen and paper tests and exercises.
- Improve communication between elderly users, carers and therapists.

VIRTRA-EL consists of three parts: a configuration tool, a communication tool and a games area.

The configuration tool is used by the administrator and therapists to assign elderly users (patients) to the therapist, and carers to elderly users. It also allows the supervisors of the patients to know which games they have carried out and what their results were. The therapist can configure, for each one of his patients, what games are more accurate and the order between them. He can track in the game what each patient is carrying out at this moment and, depending on his success, decide if the next game planned should be performed by the patient or not.

The communication tool provides a forum to interchange messages between the stakeholders in the cognitive evaluation and training.

The games area includes 18 different games distributed in pre-defined work sessions. There is one session at the beginning and one section at the end whose purpose is to evaluate the cognitive skills of the user. The aim of the rest of the sessions is to train the cognitive abilities of the user. Each game trains at least one or two of the following skills: memory, planning, reasoning and attention. An avatar guides the elder to play the games in each session and occasionally informs him about his success. The games require the user to read instructions and, according to them, give an answer by selecting between a set of items (text or images) or writing in some cases. During the performance of a game, several measures are taken to evaluate the success, play time, number of fails, omissions and hits.

VIRTRA-EL is an extension of a previous tool called *Pesco* that only included some of the games and was designed for Linux computers used in local mode [23]. *VIRTRA-EL* has

been tested previously with a sample of elderly users demonstrating its concurrent validity with traditional evaluation tools [24].

In this paper, we will present the more complex game that we have designed because it is a game based in 3D interactive environments to train all the cognitive skills. 3D virtual spaces generate a greater closeness and sense of presence than a 2D approach [13].

The next section describes the game in more depth.

III. DESCRIPTION OF THE 3D GAME

Several scenarios are presented to the users where they must interact with some of their elements (virtual objects) to carry out actions. The aim of the game is to complete all the actions successfully. The user is guided during the game, following a game script, although sometimes the performance of an action depends on the success of the previous one, or requires a forward planning, or taking a decision.

The particular aims of this game are to:

- Train attention, memory, planning and reasoning, asking the elder to carry out several actions during the game. It simulates a real situation in which these skills are necessary at the same time and a bigger cognitive load is required.
- Present familiar scenarios such as a kitchen, streets in a city and a supermarket, and ask the user to carry out common actions in them by means of interactions with elements in the scenarios.
- Provide portability in different browsers in which *VIRTRA-EL* can run.
- Facilitate its use without haptic devices or sensors. Only one finger or the mouse are necessary to interact with the game. This opens the game to more users and decreases its cost.
- Evaluate successes and failures in the performance of the actions, and also the time to perform them.
- Adapt its execution to the user's interaction, to his hits, failures and capabilities.

The 3D game integrated into *VIRTRA-EL* is played in the last piloting stage, before the last evaluation session. General objective of this game is to raise the use of interactive 3D environments and to introduce the users to a virtual world that facilitates for them the achievement of certain tasks to help us to improve the cognitive stimulation of users. The main advantage of using a 3D game instead of a 2D game is that the scenarios can be more realistic for users and this will allow the movements and actions that the user perform can be more natural. This will help them to understand better what to do at any time and scenario. As previous authors state, the user can feel more motivated, and can more easily transfer the gaming experience to similar situations in real life.

The user views the scenarios in a first-person perspective. The use of an avatar has been discarded to facilitate the

interaction and comprehension and not distract the user. Several non-playing characters (NPCs) also appear in the scenarios to give more realism to the scenes. In some scenarios there are characters who can be asked questions when they are touched (for example the cashier in the supermarket).

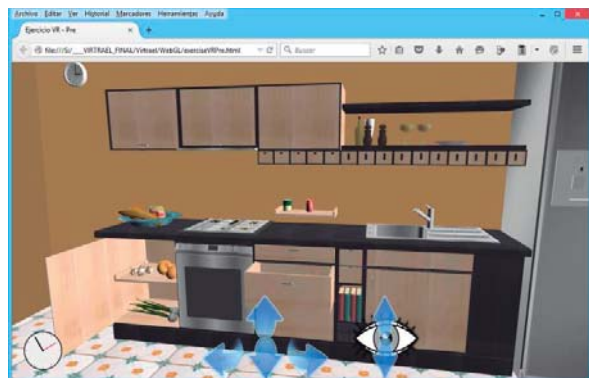


Fig. 1. Navigation controls.

The user can move or rotate the “camera” using buttons that represent navigational cursors on the screen, allowing movement within the scenario (Figure 1). It requires less cognitive effort to be situated in the scenario and coordinate hands and interaction.

To start the game, a test phase is presented to the user in order to learn how to handle the controls and become familiar with the interaction process with the models and scenarios.

Contextual cues (for example, a clock or a map) are added to facilitate the decision-making and avoid the disorientation of the user (Figure 2).

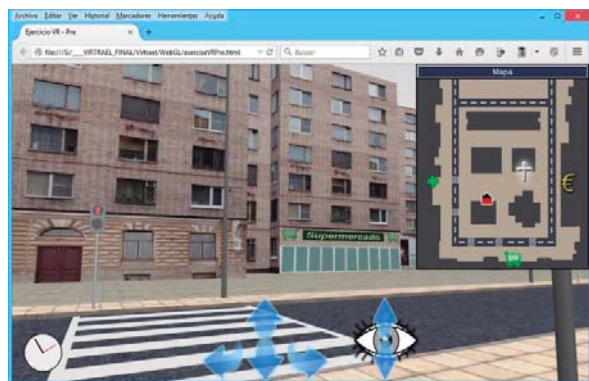


Fig. 2. Contextual helpers.

The game evaluates the user interaction by detecting his/her errors and communicating them (Figure 3). Then the user can solve these errors and learn through this feedback how to avoid future wrong actions. Hits are also informed to reinforce the

correct actions and motivate the user with that feedback. The therapist can track the user actions and their results, evaluating his/her progress.



Fig. 3. Control of mistakes. (Translation: “Are you sure you have not forgotten anything?”)

The game has been designed to adapt to the user’s interaction and cognitive capabilities. Depending on the action and previous hits or fails, the game is programmed to take decisions such as asking the user to try again when a failure occurs to give the opportunity of success, or increasing the difficulty level of the next action if there are several previous instances of success.

During the game, the system collects measures from the user interaction: time in interacting, virtual objects selected, number of hits and mistakes made in proposed actions, etc. These measures will be used by therapists to assess the cognitive status of the user and to check the effect of the game as a stimulation method.

A. Scenarios: actions

The objectives of the 3D scenarios are to train a wide range of skills such as visual and verbal attention (focused, sustained and divided), spatial scanning and tracking, verbal and visual memory, basic executive functions (working memory, inhibition and switching) and superior executive functions (planning, decision-making, and reasoning).

The actions of the game allow these objectives to be achieved. They are part of a game script for each scenario.

Two of the scenarios will be described.

First scenario: kitchen, corridor and main door.

- Given a recipe, know what ingredients are necessary to cook it.
- Search for the ingredients in the cupboards of the kitchen (Figure 4).
- Find out what ingredients are not in the cupboards and create a “to buy” list with the quantity and size (if it is necessary) of each ingredient.

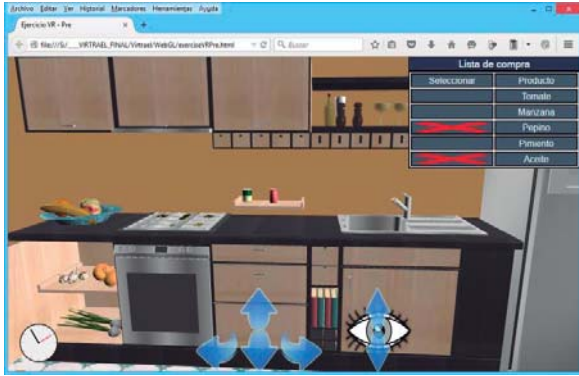


Fig. 4. Searching ingredients and “to buy” list in the first scenario.

- While searching for ingredients, open the door to answer the postman’s call and get a letter.
- Read the letter and follow its instructions, which imply phoning the health centre to ask for a prescription.
- Continue searching and create the list of ingredients to be bought.
- Go out to buy, picking up keys, purse with money and other things from a table next to the door. The elderly person must know which of these things are necessary.

Second scenario: Streets, traffic lights, buildings

- Go to the supermarket building following a map in the upper part of the screen.
- Wait to cross the street until the traffic light is green.
- Go into the supermarket.
- Search for and buy the ingredients in the list created in the kitchen. Several prices and sizes of the same ingredient could be offered. Select accurate quantity, price and size of each ingredient to be bought.
- Control that the amount of money required to buy the items is less than the amount in the purse (Figure 5).
- Check that you get the correct change.

B. Restrictions

In order to achieve good usability for the elderly users, several restrictions were applied:

- Camera movement: the user can navigate with smooth movements; above and below movements are limited for a better pleasant navigation.
- Choice of objects in the scene: the user can touch the objects without being too close to them, so that the elderly person does not have to make many camera movements and to improve the usability of the game.
- Browser compatibility: a particular development environment was used to get full compatibility with

most known browsers (Explorer, Firefox, and Chrome) and to be also compatible with tablet devices.

- No sound effects: considering the restriction about browsers compatibility, the game was developed without any sound effects. The only sounds that we can hear are some messages to explain a special situation.
- Navigation controls: Haptic devices could give us more sense of immersion and offer experiences similar to virtual reality interaction. However, it would limit the number of people who can use it. For older people this would be invasive and cause rejection, even dizziness and disorientation.
- Simple 3D model: efforts were made to have a simple object with basic textures and few elements on the screen to avoid overloading the server and increase the download speed and fluency in movement within the scene.

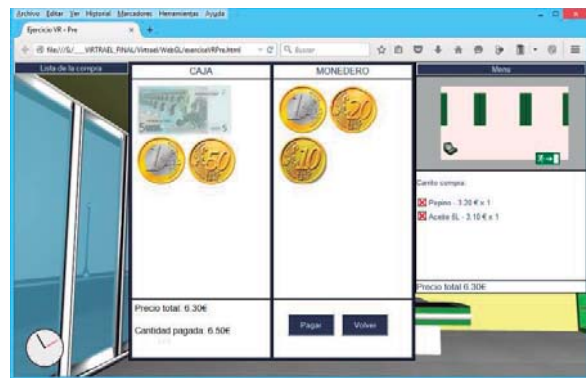


Fig. 5. Checking the payment process in the second scenario.

C. Implementation

The VIRTRA-EL platform was implemented in PHP and JavaScript. PHP is used to interact with a database containing user profiles and the measures collected from the games.

JavaScript allows the resulting Web platform to be made interactive and encouraging for end-users. For instance, the user does not perceive any “reloading” phase in-between games, thus a very “fluid” experience is provided. Moreover, it allows off-loading of the server by running most tasks in the client browser. Since JavaScript is a Web standard, cross-browser compatibility and future-proofing of the implementation is guaranteed.

A JavaScript framework has also been implemented to provide a common platform on top of which all VIRTRA-EL games have been developed. It additionally enables the easy integration of future games. The framework allows the incorporation of games into working sessions and interaction through JavaScript with the PHP scripts to save/query gaming measurements or any additional content required to run each game. Besides, each game implementation can provide its own instructions to be presented by the avatar guiding the VIRTRA-EL users.

Some of the 18 games currently integrated into VIRTRA-EL are shown in Figure 6.

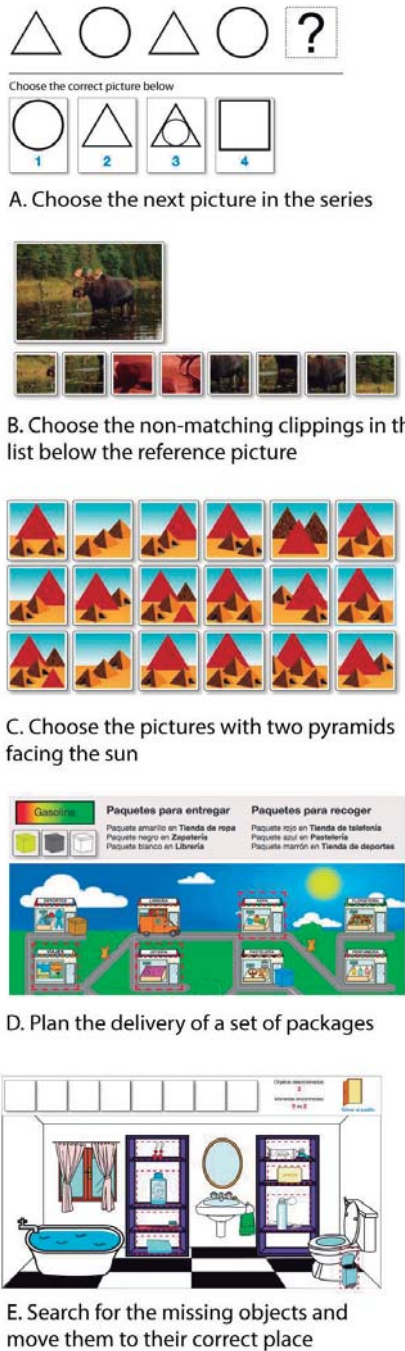


Fig. 6. Some serious games in VIRTRA-EL

Regarding the 3D game, the 3D graphics rendering engine used is WebGL [25], which is a standard that is currently being developed to display 3D graphics in Web browsers. WebGL can display 3D hardware accelerated (GPU) graphics in Web applications without the need for plug-ins on any platform that supports OpenGL 2.0 (most personal computers) or OpenGL ES 2.0 (most mobile

We initially considered the possibility of using other rendering engines such as Unity. However, the need to integrate the 3D game within the VIRTRA-EL platform made it necessary to create the virtual environments in WebGL, which in turn has been designed to interoperate with JavaScript code devices).

To model the 3D scenarios, we chose a non-photorealistic look to avoid over-complex models and to pursue a homogeneous look used with the rest of the games integrated in VIRTRA-EL.

Most characters and props included in the scenarios are models available for public use. However, in specific cases, they have been completely designed and modelled for the game. The secondary characters and props that appear in the scenarios include simple animations (Figure 7) to add dynamism to the environment in order to get a more immersive experience.

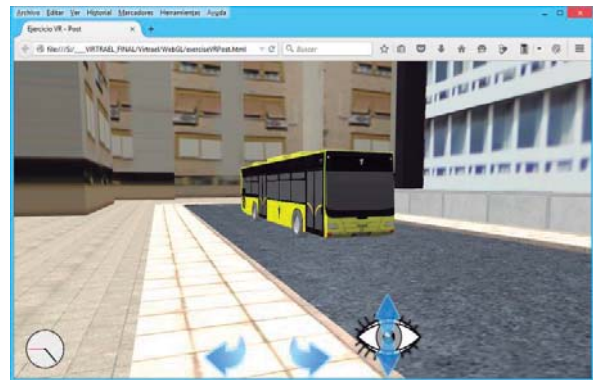


Fig. 7. Animated models in the scenes

The environments created for each scenario have been designed and built to allow full control over user navigation in them (Figure 8). Possible deadlocks are always avoided in order to enable the completion of the designed tests. As was previously stated, we have also carefully designed the user interface level with many feedback messages and simplified interactions with the environment in order to simplify the actions that users must perform.

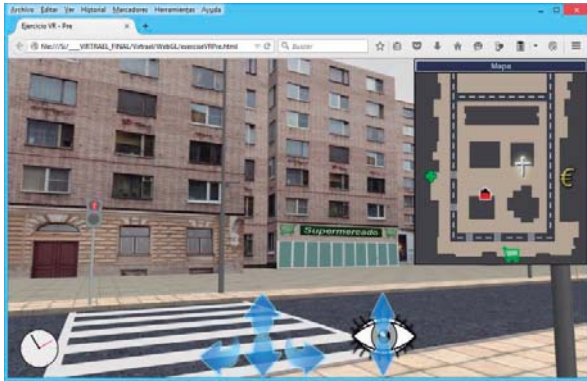


Fig. 8. Full control for navigation avoiding deadlock

Texture and lighting used in the models are simple, but sufficient to make the user understand the environment as something plausible (Figure 9). In these virtual environments, where the key focus is the interaction, the final look of the models is secondary. In fact, it is necessary to focus the elderly user on the adequacy of his/her interactions.

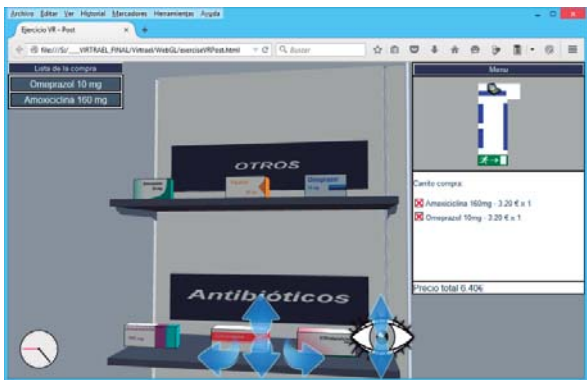


Fig. 9. Easy identification of objects

The scenarios are easily scalable, so in future extensions of VIRTRA-EL, we may increase the complexity of the models depending on the available hardware capabilities (Figure 10). To do that, we only need to modify the models that are used in each scenario, without affecting the game logic and scripted interactions.

The management of the game script was entirely implemented using PHP and JavaScript, to allow a complete integration with the rest of VIRTRA-EL. In particular, we store any errors and deviations in the scripts that the users have to follow. As in the rest of the VIRTRA-EL games, it has been implemented using AJAX to allow that the information storage does not interrupt the game. More precisely, a set of PHP scripts provided by the VIRTRA-EL platform are called using AJAX to store the required information while the game is running.

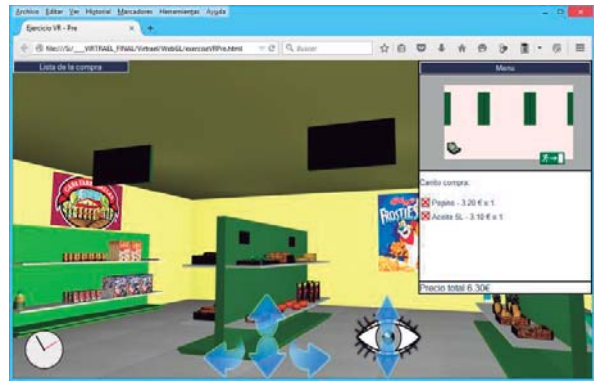


Fig. 10. Number and complexity of models are scalable

D. User Testing

The acceptability of the game must be evaluated from the point of view of the elderly users and from the point of view of the therapists.

A pilot study in the next months will address the benefits and acceptability of the game. The sample will be larger and a standard questionnaire about the users' experience will be used to collect information from therapists and elderly users.

IV. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

VIRTRA-EL allows elderly users to train their cognitive skills in virtual scenarios based on activities of daily living. It has been shown that the ecological validity of computer-assisted training facilitates the transfer of cognitive improvements to activities of daily living [26]. It is expected that the improvements made by VIRTRA-EL can be generalizable to real contexts [27]. It is also expected that the use of video gives feedback on right and wrong actions. It could improve the quality of their own execution and facilitate the improvement of performance in real life [28].

The platform can be used in any personal computer or tablet device, just requiring a Web browser. The specific case of a 3D game integrated into the platform has been highlighted, providing detailed information regarding its development and implementation.

As for future work, we plan to carry out a more extensive pilot study to evaluate the real benefits and acceptability of the developed serious games, specifically the 3D games. The feedback obtained from that study may involve the development of more games, or substantial modification of existing ones. For instance, it is already planned to integrate a new set of collaborative games to improve socialization and promote cooperation among users.

ACKNOWLEDGEMENTS

We want to acknowledge the support from the Excellence project TIC-6600 of the Junta of Andalucía, regional government, and also from the national project TIN2013-47276-C6-3-R funded by the Ministry of Economy and Competitiveness in Spain, and by the European Regional

Development Fund FEDER. Thanks to Virtum Graphics SL by its collaboration in the development of the games.

REFERENCES

- [1] P. Rego, P.M. Moreira, and L.P. Reis, "Serious game for rehabilitation. A survey and a classification towards a taxonomy," in *Information Systems and Technologies, 5th Iberian Conference*, 2010, pp. 1-6.
- [2] R.C. Petersen, G.E. Smith, S.C. Waring, R.J. Ivnik, E.G. Tangalos, and E. Kokmen, "Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome". *Arch. Neurol*, 56 (3), pp. 303–308, 1999.
- [3] M. Selzer, S. Clarke, L. Cohen, P. Duncan, and F. Gage, *Textbook of neural repair and rehabilitation*, vol. 2, Medical Neurorehabilitation, Cambridge Uni. Press, 2006.
- [4] E. Talassi, M. Guerrreschi, M. Feriani, V. Fedi, A. Bianchetti, and M. Trabucchi, "Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in mild dementia (MD) and mild cognitive impairment (MCI): a case control study," *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 1 (Suppl.), pp. 391–399, 2007.
- [5] L. Jean, M.E. Bergeron, S. Thivierge, and M. Simard, "Cognitive intervention programs for individuals with mild cognitive impairment: systematic review of the literature," *Am J Geriatr Psychiatry*, 18, pp. 281-296, 2010.
- [6] W. Ijsselstein, H.H. Nap, Y. Kort, and K. Poels, "Digital game design for elderly users," in *Future Play '07, Proceeding of the 2007 Conference on Future Play*, ACM Press, New York, pp.17-23, 2007.
- [7] A. Melenhorst, "Adopting communication technology in later life: The decisive role of benefits," *Eindhoven University of Technology*, 2002.
- [8] B. Cowan, H. Sabri, B. Kapralos, S. Cristancho, F. Moussa, and A. Dubrowski, "SCETF: Serious game surgical cognitive education and training framework," *IEEE International Games Innovation Conference (IGIC)*, pp.130-133, 2011.
- [9] J. Wiemeyer, and A. Klien, "Serious games in prevention and rehabilitation-a new panacea for elderly people?," *Eur Rev Aging Phys Act*, pp.41-50, 2012.
- [10] B. Bergeron, *Developing serious games*, Hingham, MA, Usa: Thomson Delmar Learning, 2006.
- [11] K. Corti, *Game-based learning: a serious business application*, PIXE-Learning, Coventry, UK, 2006.
- [12] V. Shute, M. Venture, M. Bauer, and D. Zapata-Rivera, " Melding the power of serious games and embedded assesment to monitor and foster learning," in *Serious Games. Mechanisms and Effects*, U. Ritterfeld, M. Cody, and P. Vorderer, Eds. New York, NY, USA: Routledge Publisher, pp. 97-122, 2009.
- [13] M. Gresalfi, S. Barab, S. Siyahhan, and T. Christensen, "Virtual worlds, conceptual understanding, and me: designing for consequential engagement," *On The Horizon*, vol. 17, no. 1, pp. 21-34, 2009.
- [14] C. C. da Silva, B.G.M. de Alcantara, J.C.S. Olimpio, C.M.G. de Gusmao, A.G. da Silva, and W.P. dos Santos, " Ilera-Aiye: A virtual world for the development of serious games for health education and promotion in the Northeastern Brazilian countryside," *Proceeding of IEEE 3rd International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH 2014)*, pp. 97-104, 2014.
- [15] I. Di Loreto, and A. Gouaich, "Mixed reality serious games: The therapist perspective," *Proceeding of IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH 2011)*, pp. 1-10, 2011.
- [16] J.W. Burke, M.D. McNeill, D. Charles, P. Morrow, J.H. Crosbie, and S.M. McDonough, "Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games," *Visual Computer*, vol.25, pp. 1085-1099, 2009.
- [17] A. Conconi, T. Ganchev, O. Kocsis, G. Papadopoulos, F. Fernández-Aranda, and S. Jiménez-Murcia, "PlayMancer: A serious gaming 3D environment", *Int. Conf. on Automated Solutions for Cross Media Content and Multi-channel Distribution (AXMEDIS'08)*, IEEE Press, pp. 111-117, 2008.
- [18] M. Caglio, and et. al., "Video game play changes spatial and verbal memory: rehabilitation of a single case with traumatic brain injury," *Journal of Cognitive Processing*, vol. 10, pp. S195-S197, 2009.
- [19] M.S. Cameirao, S.B. Badia, L. Zimmerli, E.D. Oller, and P.F.M.J. Verschure, "The rehabilitation gaming system: a review," *Studies in Health Technology and Informatics*, vol. 145, pp.65-83, 2009.
- [20] Hasomed GmbH, *RehaCom basic manual*, 2009.
- [21] IREX, 2003. <http://www.irexonline.com>
- [22] K. Rizzo, "A swot analysis of the field of virtual reality rehabilitation and therapy," *Presence: Teleoperators and Virtual Environment* 14 (2), pp.119-146, 2005.
- [23] A. López-Martínez, S. Santiago-Ramajo, A. Caracuel-Romero, C. Valls-Serrano, M.J. Hornos, and M.J. Rodríguez-Fórtiz, "Game of gifts purchase: Computer-based training of executive functions for the elderly," *Proceeding of IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH 2011)*, pp. 1-8, 2011.
- [24] S. Rute-Pérez, S. Santiago-Ramajo, M.V. Hurtado, M.J. Rodríguez-Fórtiz, and A. Caracuel, "Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly," *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11:88, pp. 1-10, 2014.
- [25] Matsuda, K.; Lea, R. (2013): *WebGL Programming Guide: Interactive 3D Graphics Programming with WebGL*. Ed. Addison-Wesley.
- [26] M. Chevignard, B. Pillon, P. Pradatdihl, C. Taillefer, S. Rousseau, C. Lebras, y B. Dubois, "An Ecological Approach to Planning Dysfunction: Script Execution", *Cortex*, vol. 36, n.º 5, pp. 649-669, 2000.
- [27] A. Krasny-Pacini, J. Limond, J. Evans, J. Hiebel, K. Bendjelida, y M. Chevignard, "Context-Sensitive Goal Management Training for Everyday Executive Dysfunction in Children After Severe Traumatic Brain Injury", *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, vol. 29, n.º 5, pp. E49-E64, 2014.
- [28] J. Schmidt, J. Fleming, T. Ownsworth, y N. A. Lannin, "Video Feedback on Functional Task Performance Improves Self-awareness After Traumatic Brain Injury A Randomized Controlled Trial", *Neurorehabil Neural Repair*, vol. 27, n.º 4, pp. 316-324, 2013

CAPÍTULO 11

MEJORAS DE LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA CON VIRTRA-EL ASOCIADAS A LA INCLUSIÓN DE UNA RED SOCIAL DIGITAL (Estudio 6)

Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Sánchez-Lara, E., Pérez-García, M., & Caracuel, A. (pendiente de envío). Mejoras de la estimulación cognitiva con VIRTRA-EL asociadas a la inclusión de una red social digital.

CAPÍTULO 11. Mejoras de la estimulación de VIRTRA-EL asociadas a la inclusión de una red social digital

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de la población es un hecho más que evidente en nuestra sociedad. Según la Organización Mundial de la Salud (“WHO,” n.d.), el porcentaje de personas mayores de 60 años aumentará del 12% al 22% entre 2015 y 2050. Esto lleva consigo un aumento exponencial en el número de personas mayores que sufrirán algún tipo de deterioro cognitivo (Hugo & Ganguli, 2014): sólo en la actualidad, el 19% de ellos presenta Deterioro Cognitivo Leve (Sánchez-Rodríguez & Torrellas-Morales, 2011), de los cuales se estima que entre el 50-75% progresará a demencia en un periodo de 5 años (Gil-Gregorio, 2016). Ante esta situación, se ha producido un importante incremento en el número de estudios destinados a combatir la demencia y mantener la independencia y la calidad de esta población durante el mayor tiempo posible (Beswick, Gooberman-Hill, Smith, Wylde, & Ebrahim, 2010; Hugo & Ganguli, 2014).

La salud fue definida por la OMS como "un estado completo de bienestar físico, mental y social, y no solo la ausencia de enfermedad", por lo que en los últimos años se ha despertado un especial interés entre los investigadores por el impacto que tienen algunos aspectos que puedan contribuir a esa concepción amplia del estado de salud. En cuanto a la salud de los mayores, entre estos aspectos se encuentran las interacciones sociales y las actividades de estimulación cognitiva (Fankhauser, Maercker, & Forstmeier, 2017; Kotwal, Kim, Waite, & Dale, 2016).

En lo que respecta al bienestar social, varios estudios respaldan que la percepción de la propia persona sobre pérdida de su rol social y el tamaño de su red de apoyo son 2 factores que influyen en su salud, bienestar subjetivo, la satisfacción con la vida (Wang, 2016; Yeh & Lo, 2004) e incluso, en su funcionamiento cognitivo (Smyth, Siriwardhana, Hotopf, & Hatch, 2015; Sörman, Rönnlund, Sundström, Adolfsson, & Nilsson, 2015; Stoeckel & Litwin, 2016; Zamora-Macorra et al., 2017). Así, por ejemplo, en un estudio llevado a cabo por Domènech-Abella y cols. (2017) con 3535 participantes (\bar{X} = 66.5 años) se encontró que el tamaño de las redes sociales estaba estrechamente relacionado con el riesgo de sufrir depresión, modulado por el grado de satisfacción con los contactos

(Millán-Calenti, Sánchez, Lorenzo-López, Cao, & Maseda, 2013). Además, varios estudios han reportado que la limitación de contactos y apoyo social puede ser un importante predictor del deterioro cognitivo y un factor de riesgo de mortalidad (Holtzman et al., 2004; Rashid, Manan, & Rohana, 2016). En cuanto a los estudios sobre cómo los cambios en el funcionamiento social afectan a la cognición, se ha encontrado que puntuaciones bajas en las pruebas neuropsicológicas se asocian con menor tamaño de la red social, menos recursos sociales o apoyo percibido y menos compromiso con la comunidad (Kotwal et al., 2016). Del mismo modo, en un estudio longitudinal, más de 500 personas mayores sin deterioro cognitivo fueron evaluados anualmente para conocer la evolución de su función cognitiva y de sus interacciones sociales negativas (Wilson et al., 2015). Los resultados obtenidos indicaban que los niveles más altos de interacciones sociales negativas se asociaban a un mayor deterioro cognitivo y a una mayor incidencia de DCL. Existen varias hipótesis para explicar esta asociación (Millán-Calenti et al., 2013; Zamora-Macorra et al., 2017): 1) la estimulación mental que promueve las redes sociales positivas, las experiencias de la vida, el ocio, etc. mejora las estrategias cognitivas y aumenta el crecimiento neuronal (reserva cognitiva), por lo que el deterioro cognitivo es más lento; 2) una buena estructura neuronal permite una mayor capacidad de habilidades sociales, contactos y compromiso social y, por lo tanto, estados emocionales y cognitivos más positivos.

Actualmente, el aumento del uso por los mayores de las tecnologías de información y comunicación (Andrew Perrin, 2015) está facilitando el desarrollo de programas enfocados no sólo a la estimulación cognitiva (Corbett et al., 2015; Cotten, Anderson, & McCullough, 2013; Otsuka et al., 2015), sino también al bienestar general (Bobillier Chaumon, Michel, Tarpin Bernard, & Croisile, 2014; Sims, Reed, & Carr, 2017) y la comunicación social (Carpenter & Buday, 2007; Kieling, Pasqualotti, & Gil, 2017; Páscoa & Gil, 2015). Las plataformas de entrenamiento cognitivo han mostrado su eficacia en la reducción del deterioro y la mejora del funcionamiento cognitivo en personas sanas, con DCL y EA (Ball et al., 2002; Klimova & Maresova, 2017; Peretz et al., 2011), incluso por encima de los programas de estimulación estándar (Kueider, Parisi, Gross, & Rebok, 2012). Con respecto a las redes sociales digitales, estudios recientes han mostrado que mantener contacto social, aunque sea de manera virtual, tiene efectos beneficiosos sobre la salud física, el bienestar subjetivo y la cognición (Alloway & Alloway, 2012; Chopik, 2016). Sin embargo, hasta ahora estas investigaciones presentan

limitaciones metodológicas por tamaños de muestras muy pequeños y falta de control sobre las variables (Coto, Lizano, Mora, & Fuentes, 2017).

Debido a las importantes consecuencias sanitarias, sociales y económicas que conlleva deterioro cognitivo en personas mayores, la implementación de formas efectivas para prevenir o reducir su impacto se ha convertido en un objetivo sociosanitario prioritario (“Active ageing: a policy framework, WHO,” 2002). VIRTRA-EL es una nueva plataforma online que ha demostrado su eficacia en la mejora de la atención, la memoria de trabajo y planificación de las personas mayores (Rute-Pérez, Santiago-Ramajo, Hurtado, Rodríguez-Fórtiz, & Caracuel, 2014). Desde su primera versión ha experimentado determinadas mejoras enfocadas a la usabilidad, personalización, etc. pero ninguna de ellas incluye la opción de interacción entre elementos socioemocionales y cognitivos. Dos estudios han utilizado el entrenamiento a mayores para utilizar Facebook con el objetivo de determinar el efecto emocional y social respectivamente, sobre la cognición de los mayores. En el primero de ellos (Kieling, Pasqualotti, & Gil, 2017) estudiaron el cambio intra-sujeto de 3 grupos: mayores que aprendieron por primera vez y usaron Facebook durante 5 meses pero tan solo en una página de grupo en el que se incluían solo componentes motivacionales, un grupo que aprendió fundamentos de informática e internet sin componentes emocionales y un grupo inactivo. No aportan datos entre-grupos. El grupo de Facebook mejoró en aprendizaje y memoria a largo plazo y el grupo control activo mejoró en atención, memoria de trabajo y memoria episódica. En el segundo estudio (Myhre, Mehl, & Glisky, 2017) compararon mayores que durante 2 meses aprendieron por primera vez y usaron Facebook con una finalidad de interacción social, frente un grupo control que redactaba un diario online y otro grupo inactivo. El grupo de Facebook mejoró en memoria de trabajo frente a los otros 2 grupos. Hasta donde conocemos, no hay otros estudios que hayan llevado a cabo la combinación de la estimulación cognitiva, que ya sabemos que es eficaz (Kueider et al., 2012) con la estimulación de aspectos sociales y emocionales a través de una red social digital. Partiendo de los indicios de que mejoras en aspectos sociales y emocionales tienen efectos positivos sobre la cognición de los mayores, formulamos la hipótesis de que aplicar un programa que incluya aspectos emocionales y sociales a través del uso de Facebook, junto con un programa de estimulación cognitiva computarizada mejorará la eficacia de éste último.

Por lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar si aumenta la eficacia del módulo de estimulación de VIRTRA-EL cuando se añade un entrenamiento en una red social digital en una muestra de mayores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Para el cálculo del tamaño muestral nos basamos en los únicos 3 estudios encontrados (Buschkuehl et al., 2008; A. Lampit et al., 2014; Shatil, Mikulecká, Bellotti, & Bureš, 2014), cuyo diseño y combinación de parámetros de frecuencia y duración pudieran haber ofrecido una estimulación y condiciones parecidas a este (comparaciones de una estimulación computarizada multidominio con un grupo activo, entre 2 y 3 sesiones semanales, de 60 a 90 minutos por sesión y con un total de 10 y 30 sesiones) hemos seleccionado el menor tamaño del efecto de los cambios encontrados (0.32). Con este dato, considerando el método estadístico (ANOVA de medidas repetidas inter e intra sujetos), el número de grupos ($g=2$), el número de evaluaciones ($m=3$) y asumiendo un nivel de alfa de 0.05 y una potencia de 0.85, el tamaño muestral que resultó fue de 74 participantes utilizando el programa G-Power v3.0.

Los participantes fueron reclutados de un centro de servicios sociales y varios centros de informática comunitarios en la provincia de Granada. Los participantes recibieron información sobre el estudio por alguna de las vías de difusión de la Universidad de Granada o eran personas que se encontraban en lista de espera para entrar a algún tipo de actividad y fueron informados por los monitores de los centros. Todos eran invitados a alguna de las reuniones explicativas sobre el estudio que se organizaron en los centros. Las personas que aceptaban participar y firmaban el consentimiento informado eran citados para una evaluación neuropsicológica en los días siguientes.

Las dos condiciones experimentales fueron:

- Grupo 1: VIRTRA-EL (V). Los participantes llevaron a cabo solo la estimulación cognitiva computarizada;

- Grupo 2: VIRTRA-EL + Facebook (V+F). Además de la estimulación cognitiva computarizada, los participantes fueron entrenados en redes sociales (Facebook).

Los criterios de inclusión para participar en cualquiera de los grupos del estudio fueron: a) edad mínima de 60 años, b) puntuación ≥ 21 en el MiniMental State Examination, c) no tener evidencia de demencia o condición médica asociada a algún tipo de deterioro de la función cognitiva, d) saber leer y escribir al menos en un nivel básico y, e) estar en una situación laboral no activa.

Los criterios adicionales de inclusión específicos para el grupo V+F fueron: f) no tener abierta una cuenta-perfil en ninguna red social digital o no usarla más de una vez al mes, y g) aceptar ser incluido tras ser informado de que la inclusión en este grupo supondría entrenarse específicamente para manejar Facebook y que por tanto las sesiones serían más largas.

Debido a la previsión de pérdida muestral en torno al 20% se reclutaron 95 participantes, 48 para el grupo V y 47 para el grupo V+F. Ochenta y seis personas (83.7% mujeres) entre 60 y 90 años (\bar{x} = 69.86; SD = 5.85) formaron la muestra final. En el grupo V finalizaron 43 participantes (83.7% mujeres, edad media de 69.65 años). En el grupo V+F también finalizó con 43 mayores (83.7% mujeres, edad media de 70.07 años). El número de abandonos fue de 9 personas (5 en el grupo V y 4 en el grupo V+F). Esta pérdida supone aproximadamente el 10% de la muestra inicial, por debajo de la estimada, por lo que se garantiza que la potencia estadística esté por encima del 85% previsto inicialmente.

Se llevaron a cabo análisis t de Student/Chi cuadrado para determinar si las personas que abandonaron diferían de las que terminaron en sexo, edad, escolaridad, puntuación en el MMSE y no se encontraron diferencias respecto a las que continuaron.

Instrumentos

Pruebas de evaluación neuropsicológica

- *Cuestionario de reserva cognitiva* (Rami et al., 2011). Este cuestionario consta de 8 ítems que miden variables importantes para la formación de la reserva cognitiva

tales como: escolaridad (0-5 puntos), cursos de formación (0-3 puntos), ocupación laboral a lo largo de la vida (0-4 puntos), formación musical (0-2 puntos), idiomas (0-3 puntos), actividad lectora (0-4), juegos intelectuales (0-2 puntos) y escolaridad de los padres (0-2 puntos). La puntuación final es la suma de las puntuaciones de todos los ítems, a mayor puntuación mejor reserva cognitiva.

- *Escala de Deterioro Global (GDS)* (Reisberg, Ferris, de Leon, & Crook, 1982). Es un instrumento utilizado para la evaluación de la demencia. Para ello, se utilizan 7 etapas clínicas que delimitan el grado de deterioro en función de las características clínicas que presenta la persona tras la entrevista.
- *Mini Mental State Examination (MMSE)* (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975). Es una prueba de screening cognitivo compuesto por 30 preguntas que miden: orientación espacial (0-5 puntos), orientación temporal (0-5 puntos), recuerdo inmediato (0-3 puntos) atención y calculo (0-5 puntos), memoria (0-3 puntos), capacidad visoespacial (0-1 punto) y, diferentes aspectos del lenguaje tales como denominación (0-2 puntos), repetición (0-1 punto), comprensión de instrucciones (0-3 puntos), lectura (0-1 punto) y escritura (0-1 punto). Su duración es de aproximadamente 10 minutos y la puntuación directa final es la suma de las puntuaciones obtenidas en las diferentes preguntas.
- *Geriatric Depression Scale-30 (GDS-30) / Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage* (Yesavage, Brink, & Rose, 1982). Se trata de un cuestionario autoaplicado utilizado para el cribado de la depresión en personas mayores de 65 años. Consta de 30 preguntas, 20 de miden la presencia de síntomas depresivos y 10 se consideran ítems inversos. El sistema de respuesta es dicotómico donde el entrevistado responde sí o no. La puntuación más baja es 0 (no riesgo de depresión) y 30 (alto riesgo de depresión).
- *Prueba de atención d2* (Brickenkamp & Zillmer, 1998). Es una prueba que mide la atención y la concentración. Consta de 14 líneas con 47 letras cada una: «d» y «p» con uno o dos guiones pequeños arriba y / o abajo. El sujeto debe verificar cuidadosamente, de izquierda a derecha, el contenido de cada línea marcando cada letra "d" que tenga dos guiones en total (arriba, abajo o uno arriba y abajo). Las

combinaciones restantes se consideran irrelevantes y no deben marcarse. Tiene 20 segundos para completar cada línea. Las puntuaciones finales de la prueba son el número total de aciertos y de errores, con los que se calcula un *índice de concentración* (aciertos menos errores por comisión).

- *Hopkins Verbal Learning Test-Revised (HVLT-R)* (Brandt, 1991), *formas A, B y C*. Es una prueba que mide aprendizaje y memoria verbal. Consiste en una lista de 12 palabras que pertenecen a tres categorías semánticas diferentes. Las tareas que incluye son:
 - 3 ensayos de aprendizaje
 - 1 ensayo de recuerdo libre demorado (20 minutos)
 - 1 ensayo de recuerdo demorado facilitado por categorías semánticas
 - 1 ensayo de reconocimiento mediante alternativas de respuesta sí / no. Para este último ensayo se utiliza una lista aleatoria que incluye, las 12 palabras objetivo y 12 palabras distractoras, seis de las cuales provienen de las mismas categorías semánticas que los objetivos.

Las puntuaciones obtenidas contabilizan el número de palabras correctas en 5 índices: Aprendizaje en ensayo 3= nº de palabras aprendidas en el tercer ensayo de aprendizaje, Aprendizaje total= suma del nº de palabras aprendidas durante los 3 ensayos de aprendizaje, Recuerdo demorado= nº de palabras correctas en el recuerdo libre demorado, Recuerdo demorado con claves= nº de palabras recordadas mediante la facilitación por categorías semánticas y, Recuerdo por reconocimiento= nº de palabras correctas por reconocimiento.

- *Subescalas Letras y Números, Matrices y Semejanzas de la Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS III y WAIS-IV)* (Wechsler, 1999, 2012):
 - *Letras y números*. Es una prueba que mide memoria de trabajo. Consiste en la presentación oral de una serie de números y letras mezcladas. La persona tiene que repetir los números y letras de cada secuencia, pero ordenándolos: primero debe decir los números en orden ascendente y luego las letras en orden alfabético. Se compone de 7 elementos de dificultad creciente, que contienen 3 intentos en cada uno. La prueba finaliza cuando falla en los 3 intentos de un

mismo elemento y la puntuación directa se obtiene sumando el número total de secuencias realizadas correctamente.

- *Matrices*. Mide razonamiento abstracto. Se presentan secuencias incompletas de imágenes. Justo debajo de cada secuencia hay varias alternativas de respuesta y la persona debe seleccionar cuál de ellas es la más apropiada para completar la serie. Hay 26 elementos en total que se puntúan como 0 o 1, en función de si se hacen de forma incorrecta o correcta, respectivamente. La prueba finaliza cuando la persona falla en 4 secuencias consecutivas o tiene 4 errores en 5 secuencias consecutivas. La puntuación final es la suma de todas las series realizadas correctamente.
- *Semejanzas*. Esta subescala mide razonamiento semántico. Consiste en proporcionar de forma oral varios elementos compuestos por parejas de palabras que representan objetos o conceptos comunes. El participante debe determinar en qué se parecen esos objetos y palabras. Tiene un total de 19 elementos que se puntúan como 0, 1 o 2 en función de una serie de criterios generales especificados en el manual del test. La prueba finaliza con 4 puntuaciones consecutivas de 0 y la puntuación final consiste en la suma de las puntuaciones de todos los elementos realizados.
- *Test de Búsqueda de Llaves de la Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS)* (Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, & Evans, 1996). Es una prueba diseñada para evaluar la función ejecutiva a través de una tarea ecológica. Para ello se presenta a la persona una hoja de papel en cuya parte superior hay dibujado un cuadrado grande cerrado y en la inferior un punto. Se le pide que imagine que se trata de un campo grande por el cual ha estado paseando y que en algún lugar del campo ha perdido unas llaves. La persona tiene que planificar una ruta y trazar una línea con el lápiz para mostrar el recorrido que realizaría para asegurarse de que las encuentra. La puntuación final se obtiene sumando la puntuación resultante de aplicar una serie de criterios contenidos en el manual para los siguientes elementos: lugar de entrada (1-3 puntos) y salida al campo (1-3 puntos); tipo de líneas: continuas (0-1 puntos), paralelas (0-1 puntos) y, horizontales o verticales (0-1 puntos); patrón de búsqueda (0-3 y 5 puntos),

esfuerzo por cubrir todo el terreno (0-1puntos) y probabilidad del 95% de encontrarlas (0-1puntos).

Para las evaluaciones post y de seguimiento, se fueron alternando versiones paralelas de las pruebas en aquellos casos en que se podía producir un efecto de aprendizaje.

Intervención

- *Entrenamiento cognitivo computarizado.*

Se aplicó el módulo de estimulación cognitiva de VIRTRA-EL (“Virtual Training for the Elderly,” n.d.), una plataforma online gratuita dirigida a la mejora de atención, aprendizaje y memoria verbal, memoria de trabajo, razonamiento y planificación (Rute-Pérez, Santiago-Ramajo, Hurtado, Rodríguez-Fórtiz, & Caracuel, 2014). El módulo consta de 9 sesiones, de aproximadamente una hora cada una. Cada sesión incluye una combinación de 3 a 5 ejercicios de un total de 11 ejercicios de estimulación:

- Objetos Desordenados (atención)
- Lista de Recados (aprendizaje y memoria verbal)
- Globos (memoria de trabajo)
- Bolsa de Objetos (memoria de trabajo)
- Clasificación de Imágenes (memoria de trabajo)
- ¿Cuál es Diferente? (razonamiento abstracto)
- Analogías Semánticas (razonamiento semántico)
- Piezas de Puzzle (razonamiento abstracto)
- Series Semánticas (razonamiento semántico)
- Series Lógicas (razonamiento abstracto)
- Compra de Regalos (planificación).

A medida que las personas mejoran su rendimiento, la dificultad de los ejercicios aumenta (ver descripción de ejercicios en estudios 2 y 3).

- *Entrenamiento en redes sociales.*

Se aplicó un programa para el aprendizaje y entrenamiento en el uso de la red social digital Facebook. Se llevó a cabo durante 9 sesiones de duración aproximada de 30 minutos cada una. El programa consta de 2 fases, la primera orientada al aprendizaje

(durante las 5 primeras sesiones) y la segunda destinada a llevar a cabo un uso completo de las utilidades básicas de la red (las 4 últimas sesiones).

Fase 1: APRENDIZAJE. En formato grupal se llevaba a cabo una explicación inicial de los aspectos esenciales (qué, para qué, cómo, etc.) de cada uno de los contenidos programados para cada sesión. De forma simultánea, con ayuda de un proyector los usuarios podían visualizar el paso a paso de la realización de cada actividad en el ordenador de la psicóloga instructora. Los contenidos abordados en cada sesión fueron los siguientes:

- Sesión 1: Privacidad de datos y publicaciones. En esta sesión se explicó cómo editar el perfil personal para que la información compartida sea privada y segura: datos personales, fotos, publicaciones compartidas, etc. De esta manera quisimos asegurarnos que las personas eran conscientes de la utilidad que tenía Facebook sin violar el derecho a publicar sólo lo estrictamente deseado. Además, se especificó el significado de cada uno de los caracteres / símbolos que aparecen en la interfaz de la pantalla principal y las acciones que se pueden realizar a través de ellos. Los usuarios se movieron a través de las diferentes pestañas para verificar que lo entendían.
- Sesión 2: Búsqueda de amigos y solicitud de amistad. En esta sesión se explicó a los usuarios los pasos a seguir para buscar amigos en Facebook: búsqueda por nombre completo, correo electrónico, etc., y el procedimiento para enviar y/o aceptar solicitudes de amistad. Para agilizar la práctica se invitó a los asistentes a "agregarse" entre ellos, siempre partiendo de la premisa de que la acción podía deshacerse cuando así lo desearan.
- Sesión 3: Compartir información: fotos, textos, videos, etc. En esta sesión discutimos más de cerca la utilidad de Facebook para interactuar con las personas. Posteriormente, se indicó cómo cargar fotos o dejar comentarios en sus perfiles y cómo compartir información sobre noticias, fotos o videos de interés. Todos practicaban con material ya almacenado en el ordenador o, si lo preferían, usando el navegador de Internet.
- Sesión 4: Comentar o reaccionar a las publicaciones que otros comparten. Una vez que los usuarios aprendieron a compartir información, se les explicó la importancia de dar su opinión sobre lo que otros comparten. Seguidamente, practicaron de diferentes formas: escribiendo comentarios, reaccionando a través de los enlaces "me gusta" y compartiendo las publicaciones de sus amigos.

- Sesión 5: Uso de mensajes privados. En esta sesión se explicaron las diferencias entre los comentarios de dominio público y los mensajes privados y posteriormente, se pusieron en práctica.

Fase 2: ENTRENAMIENTO PARA EL USO BÁSICO DEL PERFIL. Las competencias adquiridas secuencialmente en la fase 1 se practicaban ya de forma conjunta, cada persona manejando individualmente su perfil personal para llevar a cabo todas las actividades aprendidas y entrenarse en un uso básico de la red.

Durante las 4 últimas sesiones los participantes navegaron libremente por su perfil, practicaron todo lo aprendido y resolvieron las dudas y problemas que se le presentaban.

Procedimiento

Tras presentar el proyecto en cada centro, a los voluntarios se les llevó a cabo una sesión para determinar el cumplimiento de los criterios de selección y obtener el consentimiento informado por escrito. Los que accedieron al estudio fueron citados para la evaluación neuropsicológica individual preintervención (sesión de 90 minutos de duración). A continuación fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos:

1. Grupo V: los participantes realizaron el programa de estimulación cognitiva VIRTRA-EL
2. Grupo V+F: los participantes realizaron VIRTRA-EL y también un entrenamiento en el uso de la red social digital Facebook.

Las sesiones de estimulación se llevaron a cabo dos veces en semana con una separación de un día entre sesiones. La duración de cada sesión fue de aproximadamente 60 minutos para el grupo 1 y 90 minutos para el grupo 2 (más un descanso de 10 minutos entre ambos tipos de entrenamiento).

Finalmente, justo al finalizar la intervención, se llevó a cabo la evaluación post. Pasados 3 meses desde la finalización se llevó a cabo la evaluación de seguimiento. Se utilizaron versiones paralelas para la mayoría de las pruebas, excepto las que no conllevan efecto aprendizaje.

Análisis estadísticos

Se aplicaron pruebas t de Student/Chi cuadrado que determinaron la igualdad de los grupos en el momento pre-intervención en todas las variables sociodemográficas y variables dependientes.

Para determinar la eficacia de la estimulación cognitiva se llevaron a cabo dos tipos de análisis:

1. Determinación de la significación estadística de la eficacia de las intervenciones: se aplicaron ANOVAs mixtos de 2 (Grupo: V vs V+F) x 3 (Momento: pre vs post vs seguimiento) con las medidas cognitivas como variables dependientes.
2. Determinación del cambio clínico experimentado entre los distintos pares de momentos comparables (pre-post, post-seguimiento y pre-seguimiento). Este procedimiento se realizó en dos pasos:

- 2.1. se calculó el tamaño del efecto individual estándar de cada participante para cada variable cognitiva de acuerdo con la siguiente fórmula (Testa, 1987; Wyrwich & Wolinsky, 2000):

$$\delta \text{ individual} = (s2-s1) / \sigma$$

dónde:

- $s1$ = puntaje del individuo en el momento anterior de los 2 comparados (pre o post)
- $s2$ = el puntaje del individuo en el momento posterior de los 2 comparados (post o seguimiento)
- σ = la desviación estándar del grupo en el momento anterior de los 2 comparados

- 2.2. se obtuvo el tamaño del efecto grupal, calculando la media del tamaño del efecto individual de cada grupo.

Los resultados se interpretaron de acuerdo a los estándares generalmente aceptados de Cohen (1992): 0.2 para un cambio individual pequeño, 0.5 para un cambio individual moderado y 0.8 para un cambio individual grande.

Se utilizó la versión 22 del paquete estadístico SPSS para realizar todos los análisis estadísticos.

RESULTADOS

Variables sociodemográficas

Ambos grupos estaban igualados en las variables sociodemográficas de edad, sexo, años de educación, estado cognitivo (medido con MMSE), reserva cognitiva y estado de ánimo (Tabla 1); y no hubo diferencias significativas entre los grupos en las pruebas neuropsicológicas iniciales.

Tabla 1

Datos sociodemográficos de los participantes

Características	V	V+F
N	43	43
Edad \bar{x} (SD) [rango]	69.65 (5,98) [60-88]	70,07 (5,78) [61-90]
Sexo (% mujeres)	84,8	83,7
Escolaridad (años)	5.19 (3.03)	5.23 (3.61)
MMSE \bar{x} (SD)	27.84 (1.94)	28.33 (1.07)
Reserva Cog \bar{x} (SD)	6.16 (2.93)	6.35 (2.72)
GDS-30 \bar{x} (SD)	8.65 (6.07)	8.56 (5.99)

Nota: V= grupo de VIRTRA-EL; V+F= grupo de VIRTRA-EL + Facebook; MMSE= Mini-Mental State Examination; Reserva Cog=Puntuación en Cuestionario de Reserva Cognitiva de Rami y cols. (2011); GDS-30= Geriatric Depression Scale-30.

Significación estadística de la eficacia de las intervenciones

Los resultados del ANOVA mostraron que hubo efecto significativo ($p < 0.05$) de la interacción Grupo*Momento para cuatro de las variables: aprendizaje (HVLT-R ensayo 3; $F(2,168)=5.09$; $p=.007$); aprendizaje total (HVLT-R Aprendizaje T; $F(2,168)=5.31$; $p=.006$); memoria de trabajo (LyN); $F(2,168)=4.39$; $p=.014$); y razonamiento abstracto (Matrices; $F(2,168)=13.37$; $p \leq .001$) (ver tabla 2). El efecto interacción mostró tendencia a la significación en el recuerdo demorado (HVLT-R demor; $F(2,168)=2.591$, $p=.078$). Por tanto, el tipo de intervención influye de una forma diferente

dependiendo del momento. En la figura 1 se aprecia que en el momento *post* el grupo V+F tiene puntuaciones más altas en las cinco variables mencionadas. Sin embargo, en el seguimiento, no se aprecian diferencias entre los grupos.

En cuanto al efecto principal del Momento (pre, post y seguimiento) resultó significativo para seis de las variables: atención (d2CON; $F(2,168)=26.431$; $p\leq.001$), memoria demorada (HVLT-R demorado; $F(2,168)=26.094$; $p\leq.001$), recuerdo facilitado por categorías semánticas (HVLT-R claves; $F(2,168)=27.722$; $p\leq.001$), memoria de reconocimiento (HVLT-R reconocimiento; $F(2,168)=8.720$; $p\leq.001$), razonamiento semántico (Semejanzas; $F(2,158)=69.885$; $p\leq.001$) y planificación (Búsqueda Llaves; $F(1,83)=7.904$; $p=.006$).

Los análisis post-hoc compararon los distintos momentos entre sí y podemos observar los siguientes resultados (ver tabla 2 y figura 1):

- Seguimiento respecto al *pre*: en todas las variables dependientes, excepto en memoria demorada (HVLT-R demor) y reconocimiento (HVLT-R recon), los grupos tuvieron una puntuación significativamente mayor en el seguimiento respecto a la del momento *pre*.
- *Pre* respecto al *post*: en todas las variables se produjo una mejora significativa en el momento post respecto al pre.
- Seguimiento respecto al *post*: en todas las variables los grupos obtuvieron una puntuación significativamente más baja, excepto en atención (d2CON), memoria de trabajo (LyN) y planificación (Búsqueda de Llaves).

Los resultados de la prueba delta de Cohen calculados para conocer el tamaño del efecto de la diferencia entre los grupos en los momentos post y seguimiento pueden verse en las dos últimas columnas de la tabla 2. En el seguimiento el tamaño del efecto de la diferencia entre grupos es muy pequeña ($d\leq 0.2$). En cambio, en el momento post, el tamaño del efecto de la diferencia entre grupos de la prueba Matrices es grande ($d>0.8$) a favor del V+F. Este tamaño del efecto es pequeño en 3 de los índices del HVLT-R (aprendizaje en ensayo 3, total y recuerdo demorado), así como en memoria de trabajo (LyN) y planificación (Búsqueda de Llaves).

Tabla 2
Resultados del grupo VIRTRA-EL y el grupo VIRTRA-EL+Facebook en las distintas medidas y tamaños del efecto

Dominios	Variables	VIRTRA-EL			VIRTRA-EL+Facebook			Efecto		Post-hoc		<i>d'</i> Cohen (entre V y VF)	
		Pre X(SD)	Post X(SD)	Seg X(SD)	Pre X(SD)	Post X(SD)	Seg X(SD)	F	p	Pre	Post	Pre	Seg
Atención	<i>d2CON</i>	102.28 (34.93)	119.26 (40)	121.86 (30.39)	114.84 (28.11)	126.37 (30)	127.19 (35.42)	Gr**M M	1.220 26.431	.272 ≤.001	pre#post pre#seg post=seg	.201	.162
		8.33 (1.61)	9.26 (1.54)	8.98 (1.63)	7.86 (1.46)	9.79 (1.60)	8.77 (1.67)	Gr**M M	5.089 38.678	.007 ≤.001	pre#post#seg	.338	-.127
Memoria verbal	HVLTR AjeT	20.05 (4.35)	22.88 (4.16)	22.28 (4.57)	19.12 (4.12)	24.16 (4.38)	21.74 (3.96)	Gr**M M	5.314 60.568	.006 ≤.001	pre#post#seg	.300	-.126
		6.51 (2.40)	7.58 (2.07)	6.56 (2.14)	5.95 (2)	8.09 (2.29)	6.30 (2.16)	Gr**M M	2.591 26.094	.078 ≤.001	pre#post post#seg pre=seg	.234	-.121
Memoria de trabajo	HVLTR claves	7.14 (2.19)	8.19 (1.98)	7.44 (1.87)	6.67 (1.69)	8.56 (1.82)	7.35 (1.70)	Gr**M M	2.191 27.722	.143 ≤.001	pre#post#seg	.195	-.050
		10.53 (1.18)	11.12 (1.03)	10.60 (1.22)	10.60 (1.28)	11.21 (1.06)	10.84 (1.11)	Gr**M M	.178 8.720	.674 ≤.001	pre#post post#seg pre=seg	.086	.206
Razonamiento	LyN	5.72 (1.84)	6.67 (2.36)	6.88 (2.04)	5.88 (1.55)	7.33 (1.89)	6.58 (1.48)	Gr**M M	4.393 30.549	.014 ≤.001	pre#post pre#seg post=seg	.309	-.168
		12.41 (4.31)	16.44 (3.23)	15.23 (4.46)	12.53 (3.75)	16.58 (3.92)	15.14 (4.74)	Gr**M M	.109 69.885	.896 ≤.001	pre#post#seg	.039	-.020
Planificación	Matrices	7.56 (3.51)	10.58 (3.65)	9.47 (3.78)	7.56 (2.47)	13.84 (3.65)	9.79 (3.95)	Gr**M Mo	13.374 90.342	≤.001 ≤.001	pre#post#seg	.893	.083
		6.14 (2.86)	6.91 (2.64)	7.16 (3.18)	6.47 (2.81)	7.60 (3.54)	7.42 (2.93)	Gr**M M	.347 7.904	.557 .006	pre#post pre#seg post=seg	.221	.085

Nota: *d2CON*=índice de concentración del Test de Atención *d2*; HVLTR=Hopkins Verbal Learning Test-Revised (ens3=aprendizaje en ensayo 3; AjeT= aprendizaje total; demor= demorado; claves= recuerdo facilitado por claves semánticas; recon= reconocimiento); LyN= Letras y Números; Gr**M= Efecto de interacción significativo grupo x momento; M=Efecto significativo de Momento. Los signos negativos en *d* Cohen indican que el segundo grupo comparado (V+V) tiene un rendimiento más bajo.

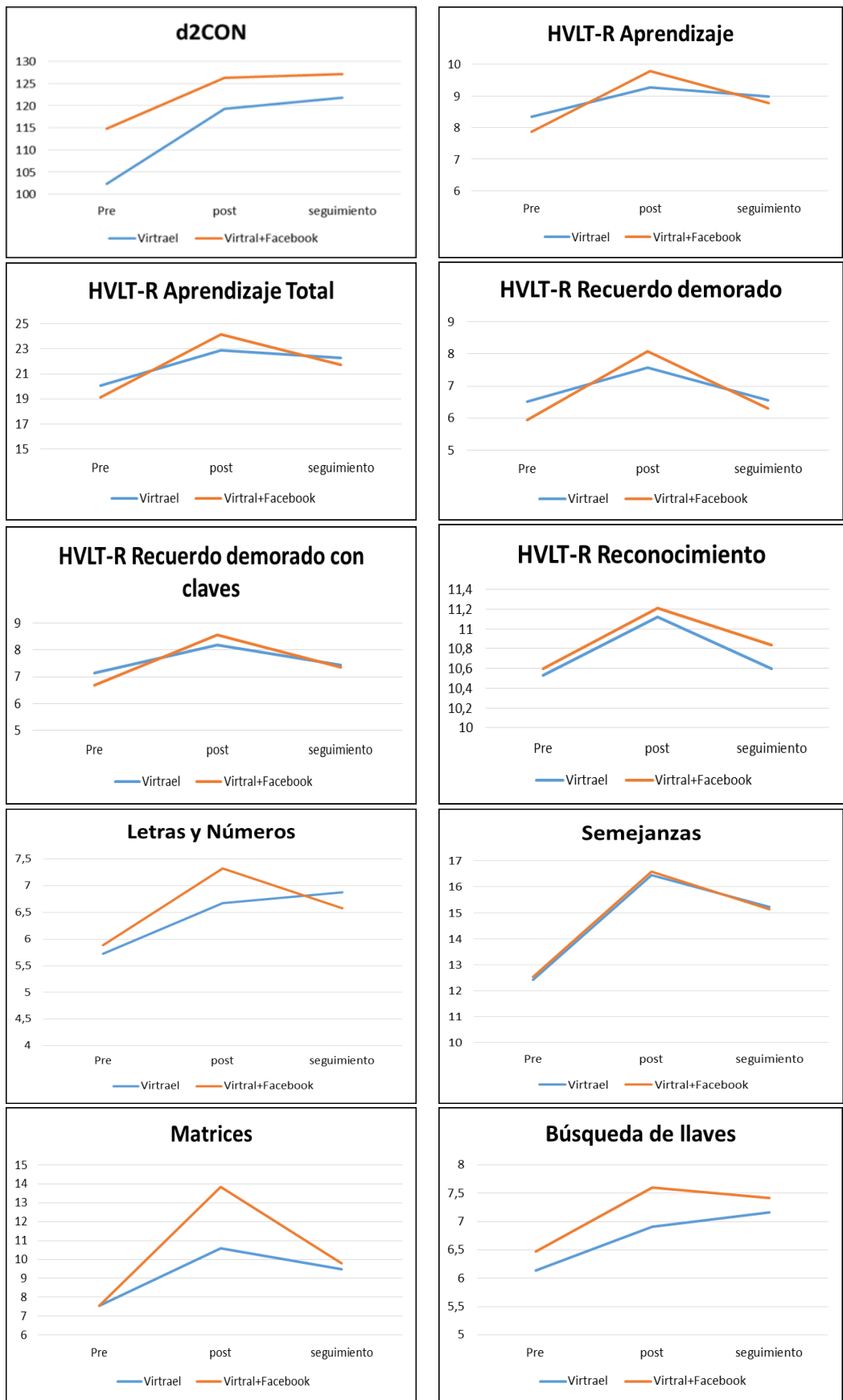


Figura 1. Rendimiento de los grupos en los tres momentos de evaluación para todas las variables

Cambio clínico individual: Tamaño del efecto individual estándar

Para estudiar el efecto de la intervención en cada participante de cada grupo, se calculó el tamaño del efecto individual en cada dominio cognitivo y se obtuvo la media. Posteriormente se determinó el cambio clínico producido entre los pares de los diferentes momentos de evaluación y se interpretaron utilizando las recomendaciones de Cohen como guía para clasificar el tamaño del efecto como pequeño ($d \geq 0.2$), mediano (0.5-0.8) o grande (> 0.8).

Cambio clínico entre los momentos pre y seguimiento (ver tabla 3):

Los participantes del grupo V+F tienen mayores cambios clínicos positivos entre el momento inicial y al final del seguimiento en 3 de las variables cognitivas estudiadas. En Matrices el cambio es de un tamaño grande en el grupo V+F, mientras que el grupo V experimenta un cambio moderado. En Aprendizaje en el tercer ensayo del HVLТ-R el grupo V+F tiene un cambio clínico moderado y el grupo V el cambio es pequeño. En cuanto al Recuerdo demorado con claves del HVLТ-R, el cambio es pequeño en el grupo V+F y no apreciable en el grupo V.

Cambio clínico entre los momentos pre y post (ver tabla 3):

Los participantes del grupo V+F tienen mayores cambios clínicos positivos entre el momento inicial y la evaluación post-estimulación en 4 componentes cognitivos. En Matrices el tamaño del efecto del cambio es superior a 0.8 pero el grupo V+F triplica el cambio conseguido por el grupo V. En cuanto al Aprendizaje (en ensayo 3 y total) y Recuerdo demorado (libre y con claves), el tamaño del cambio en el grupo V+F es grande frente a moderado en el grupo V. Esta misma diferencia tiene lugar en la variable Letras y Números.

Cambio clínico entre los momentos post y seguimiento (ver tabla 3):

Como también se puede apreciar en los resultados de la figura 1, en cuanto al cambio clínico, los participantes de ambos grupos experimentan un cambio negativo correspondiente a un peor rendimiento cognitivo en el seguimiento en la mayoría de las medidas. El cambio negativo es mayor en el grupo V+F, que previamente había experimentado cambios más grandes entre los momentos pre y post.

No se producen cambios clínicos en las variables de atención (d2CON) y planificación (Búsqueda de Llaves), manteniéndose las ganancias que los participantes de ambos grupos habían experimentado entre los momentos pre y post.

Tabla 3

Media del cambio clínico individual estándar en cada variable en los diferentes momentos en los grupos VIRTRA-EL y VIRTRA-EL+Facebook

Dominios	Variables	Cambio clínico					
		Pre-Seguimiento			Post-Seguimiento		
		VIRTRA-EL	V+F	VIRTRA-EL	V+F	VIRTRA-EL	V+F
<i>Atención</i>	d2CON	.56	.44	.47	.41	.07	.03
<i>Memoria verbal</i>	HVLT-R ens3	.40	.62	.58	1.32	-.18	-.64
	HVLT-R AjeT	.51	.64	.65	1.23	-.15	-.55
	HVLT-R demor	.02	.17	.45	1.07	-.49	-.78
	HVLT-R claves	.14	.40	.48	1.12	-.38	-.67
<i>Memoria de trabajo</i>	HVLT-R recon	.06	.18	.49	.47	-.5	-.35
	LyN	.63	.45	.59	.93	.09	-.39
<i>Razonamiento</i>	Semejanzas	.65	.70	.95	1.08	-.37	-.37
	Matrices	.54	.90	.86	2.54	-.31	-1.11
<i>Planificación</i>	Búsqueda de Llaves	.36	.34	.27	.41	.1	-.05

Nota: V+F= grupo que recibió estimulación mediante VIRTRA-EL y Facebook; d2CON=índice de concentración del Test de Atención d2; HVLT-R=Hopkins Verbal Learning Test-Revised (ens3=aprendizaje en ensayo 3; AjeT= aprendizaje total; demor= demorado; claves= recuerdo facilitado por claves semánticas; recon= reconocimiento); LyN= Letras y Números. Los signos negativos en d Cohen indican que de los 2 momentos que se están comparando, en el segundo el rendimiento es más bajo que en el primero

DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue determinar si aumenta la eficacia del módulo de estimulación de VIRTRA-EL al incluir un entrenamiento en una red social digital en una muestra de mayores. Los resultados indican que VIRTRA-EL ha sido eficaz para que los mayores mejoren en la mayoría de los componentes cognitivos incluidos en el estudio. Al examinar la evolución de las mejoras, se aprecia que son mayores al terminar la intervención que pasados los 3 meses del seguimiento. Sin embargo, aunque se produce una pérdida de una parte de las mejoras una vez que ha finalizado la estimulación, el rendimiento sigue siendo significativamente mayor que antes de iniciar el programa.

Cuando la estimulación con VIRTRA-EL se ha cumplimentado con la inclusión de un programa de entrenamiento en el uso de la red social Facebook, no se observan cambios significativos en la eficacia mostrada por VIRTRA-EL. No obstante, debido a la heterogeneidad de la población mayor, en este estudio se pretendieron estudiar los cambios no sólo atendiendo a su nivel de significación estadística, sino valorar el cambio clínico individual que pudieran experimentar cada uno de los participantes de ambos grupos. En esta línea, los resultados indican que los mayores del grupo de Facebook sí que han experimentado un cambio clínico entre el momento pre y el seguimiento considerablemente superior a los del grupo que sólo se entrenaron con VIRTRA-EL en 2 aspectos cognitivos: el recuerdo demorado con claves y el razonamiento abstracto. De este modo, la hipotetizada mejora en la eficacia de VIRTRA-EL a largo plazo no se ha observado en cuanto a significación estadística, pero sí cuando tenemos en cuenta el cambio clínico individual de los participantes.

Para tratar de comprender el proceso que ha tenido lugar en los 3 momentos de medida, debemos atender especialmente a los resultados obtenidos en el momento de la evaluación post, que sí indican que la inclusión del entrenamiento en Facebook ha producido efectos diferenciales respecto a la estimulación tan sólo con VIRTRA-EL. En el momento de finalizar la estimulación, las mejoras atribuibles al uso de Facebook son significativas estadísticamente, y también suponen un cambio clínico de gran tamaño. En este momento post, se han encontrado mejoras en la memoria (aprendizaje y recuerdo demorado) y función ejecutiva (memoria de trabajo y razonamiento abstracto) en el grupo de V+F comparado con el de sólo VIRTRA-EL. Y atendiendo al tamaño del cambio clínico, los efectos han sido muy superiores a los producidos en el grupo de sólo VIRTRA-EL.

Sin embargo, las grandes mejoras en el grupo de V+Facebook respecto al otro al final de la intervención no se han mantenido hasta el momento del seguimiento, y ambos grupos se han igualado en todas las variables cognitivas. La hipótesis de partida se apoyaba en que los aspectos socioemocionales implicados en los intercambios personales en una red social digital actuarían como un potenciador de la ejecución cognitiva de los mayores. Si, tal y como se ha demostrado en otros estudios (Krueger et al., 2009; Seeman et al., 2011), los aspectos socioemocionales fuesen un factor determinante en la mejora cognitiva, los cambios obtenidos por los mayores se habrían mantenido durante los 3 meses de seguimiento, ya que durante ese tiempo continuaron utilizando Facebook y mantuvieron intercambios con sus contactos. Por tanto, se deben buscar otros factores que puedan explicar las mejoras logradas por el grupo durante su periodo de entrenamiento conjunto en el manejo de la red social y la estimulación con VIRTRA-EL, ya que una vez finalizada la estimulación, las mejoras desaparecieron a pesar de mantenerse el uso de Facebook. Para encontrar posibles explicaciones, debemos atender a otros aspectos, diferentes de los emocionales, que sean diferentes en los grupos. Una de esas diferencias es claramente el tiempo de estimulación, que fue 30 minutos superior para los mayores del grupo de la red social. Los estudios con una validez metodológica al menos de 7 puntos en la escala PEDro muestran que el tiempo total empleado se relaciona con mayores tamaños del efecto en el estado cognitivo general y en aspectos específicos (Lampit, Hallock, & Valenzuela, 2014).

Otra diferencia, menos evidente, es el tipo de estimulación que aporta el programa específico planteado para llevar a cabo el entrenamiento en Facebook. La planificación incluyó una primera fase con 5 sesiones en las que constantemente se estaba estimulando el aprendizaje de habilidades nuevas, que inmediatamente eran puestas en marcha. Las demandas de las tareas durante la fase de aprendizaje de Facebook se centraban en aspectos que pudieran resultar motivadores, con un enfoque funcional o de resultado directo y que también supusiesen poner en marcha las habilidades cognitivas básicas de atención, memoria, etc. para operar en internet con una finalidad concreta. En primer lugar, se intentaba que los mayores se motivasen aprendiendo cómo comunicarse con personas de su interés, cómo manejar comentarios personales, fotos, etc. de amigos y familiares. En segundo lugar, las actividades trataban de ser altamente funcionales y con finalidad ecológica, es decir, que el resultado final de la ejecución de la persona coincidiese con algo presente de forma habitual en la vida de las personas, por ejemplo, expresar sus emociones (por medio de un “me gusta” a un comentario o una foto), conseguir información o transmitir un mensaje completo, como ocurre en la comunicación cotidiana entre las personas. Y en tercer lugar, el aprendizaje de la navegación en Facebook también pretendía

que se practicasen habilidades cognitivas para poder afrontar las interfaces complejas que Facebook plantea a las personas mayores cuando están aprendiendo. La navegación implicaba activar atención, secuenciación y memoria de trabajo, memoria a largo plazo, razonamiento, etc. Por otro lado, en la segunda fase del programa de Facebook, los mayores pudieron consolidar lo aprendido mediante una práctica que integraba las funcionalidades básicas de la red (mandar mensajes, subir fotos, hacer comentarios en el estado personal y las fotos de sus amigos, etc.).

Justo al finalizar la estimulación, las diferencias del grupo de V+Facebook respecto al de sólo VIRTRA-EL son de mejor memoria de trabajo, aprendizaje y recuerdo verbal demorado y razonamiento abstracto. Las mejoras en memoria de trabajo en mayores relacionadas con aprender a manejar y usar Facebook ya han sido descritas por Myhre y cols. (2017). Sin embargo, no hay seguimiento y no hay un grupo en el que se haya controlado el efecto de aprender a manejar plataformas sin componente social pero que sean similares en complejidad a Facebook para las personas mayores. También las mejoras en aprendizaje y memoria verbal han sido previamente informadas por Kieling y cols. (2017) tras el uso de contenido motivacional de Facebook durante un periodo largo de 5 meses. Sin embargo, no llevaron a cabo análisis de comparación entre grupos, y el grupo control activo obtuvo también mejoras cognitivas, aunque en aspectos diferentes. El grupo control tuvo entrenamiento en informática y navegación por internet, que puede considerarse como fuente de estimulación cognitiva que produjo también efectos positivos durante los 5 meses del entrenamiento. En el presente estudio, las mejoras en el grupo V+Facebook podrían atribuirse a la estimulación cognitiva añadida que reciben los mayores cuando están aprendiendo a utilizar la red social. El grupo V+Facebook tiene más tiempo de estimulación y se añaden componentes de aprendizaje de una nueva herramienta que podrían potenciar la eficacia de VIRTRA-EL. La pérdida posterior de esos beneficios a pesar de continuar utilizando la red no puede ser contrastada con otros estudios, puesto que en ninguno de los 2 encontrados se han realizado medidas a largo plazo para saber si esos cambios se mantienen.

Por otro lado, si atendemos al cambio clínico individual que se ha producido entre los momentos pre y seguimiento, el grupo de V+Facebook tiene unos cambios ligeramente superiores al del grupo de sólo VIRTRA-EL en aprendizaje y memoria verbal, y un cambio considerablemente mayor en razonamiento abstracto. Es posible que las características de la navegación en Facebook impliquen un nivel de demandas específicas muy altas para los mayores, de forma que para responder adecuadamente sea necesario que se potencien esas

habilidades aún más de lo que las mejor VIRTRA-EL. La complejidad de Facebook para muchos mayores la convierte en una actividad potencialmente estimulante a nivel cognitivo, siempre que se estructure adecuadamente su aprendizaje de forma gradual, ya que la persona debe adquirir múltiples habilidades para manejarla aunque sea a nivel básico. Eso han debido tener en cuenta en el Instituto Oasis, organización a nivel nacional en EEUU que se dedica a la promoción de la salud de los mayores mediante la promoción del aprendizaje a lo largo de la vida, para editar el denominado *Kit de iniciación a Facebook*, que sirve de guía para que los mayores aprendan a utilizar esta red social (OASIS Institute, 2012).

Entre las limitaciones del estudio se encuentra la falta de medidas que ayuden a determinar si se produjeron cambios emocionales y sociales en los mayores y cuál fue la evolución de estos aspectos durante el periodo de seguimiento. Otra de las limitaciones es la falta de medidas sobre la transferencia de las mejoras obtenidas a las actividades de la vida diaria y la repercusión en el bienestar subjetivo de los mayores.

En conclusión, la inclusión de un entrenamiento en la red social digital Facebook junto con el módulo de estimulación de VIRTRA-EL produce un aumento significativo de la eficacia de este último para mejorar el estado cognitivo de las personas mayores a corto plazo. Sin embargo, esas mejoras diferenciales no se mantienen pasado un periodo de 3 meses. Sin embargo, los mayores que han tenido ambos entrenamientos experimentan a corto plazo unos cambios cognitivos individuales de gran tamaño y algunos de ellos, como la mejora del aprendizaje, del recuerdo demorado facilitado por claves y del razonamiento abstracto se mantienen a los 3 meses de terminar la estimulación.

REFERENCIAS

- Active ageing: a policy framework, WHO. (2002). Retrieved June 12, 2017, from http://www.who.int/ageing/publications/active_ageing/en/
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2012). The impact of engagement with social networking sites (SNSs) on cognitive skills. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1748–1754. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.015>
- Andrew Perrin. (2015). *Social Media Usage: 2005-2015*. Retrieved March 6, 2018, from <http://www.pewinternet.org/2015/10/08/social-networking-usage-2005-2015/>
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., ... Group, for the A. S. (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>

Beswick, A. D., Gooberman-Hill, R., Smith, A., Wylde, V., & Ebrahim, S. (2010). Maintaining independence in older people. *Reviews in Clinical Gerontology*, 20(2), 128–153. <https://doi.org/10.1017/S0959259810000079>

Bobillier Chaumon, M.-E., Michel, C., Tarpin Bernard, F., & Croisile, B. (2014). Can ICT Improve the Quality of Life of Elderly Adults Living in Residential Home Care Units? From Actual Impacts to Hidden Artefacts. *Behaviour & Information Technology*, 33(6), 574–590. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2013.832382>

Brandt, J. (1991). The hopkins verbal learning test: Development of a new memory test with six equivalent forms. *Clinical Neuropsychologist*, 5(2), 125–142. <https://doi.org/10.1080/13854049108403297>

Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1998). *The d2 test of attention*. Seattle: Hogrefe & Huber.

Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M., Hutchison, S., Perrig-Chiello, P., Däpp, C., Müller, M., et al. (2008). Impact of Working Memory Training on Memory Performance in Old-Old Adults. *Psychology and Aging*, 23(4), 743–753. <https://doi.org/10.1037/a0014342>

Carpenter, B. D., & Buday, S. (2007). Computer use among older adults in a naturally occurring retirement community. *Computers in Human Behavior*, 23(6), 3012–3024. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2006.08.015>

Chopik, W. J. (2016). The Benefits of Social Technology Use among Older Adults Are Mediated by Reduced Loneliness. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 19(9), 551–556. <https://doi.org/10.1089/cyber.2016.0151>

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>

Corbett, A., Owen, A., Hampshire, A., Grahn, J., Stenton, R., Dajani, S., ... Ballard, C. (2015). The Effect of an Online Cognitive Training Package in Healthy Older Adults: An Online Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Medical Association*, 314(11), 990–997. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.06.014>

Coto, M., Lizano, F., Mora, S., & Fuentes, J. (2017). Social Media and Elderly People: Research Trends. In G. Meiselwitz (Ed.), *Social Computing and Social Media. Applications and Analytics* (pp. 65–81). Springer International Publishing.

Cotten, S. R., Anderson, W. A., & McCullough, B. M. (2013). Impact of Internet Use on Loneliness and Contact with Others Among Older Adults: Cross-Sectional Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 15(2). <https://doi.org/10.2196/jmir.2306>

Domènech-Abella, J., Lara, E., Rubio-Valera, M., Olaya, B., Moneta, M. V., Rico-Urbe, L. A., et al. (2017). Loneliness and depression in the elderly: the role of social network. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 52(4), 381–390. <https://doi.org/10.1007/s00127-017-1339-3>

Fankhauser, S., Maercker, A., & Forstmeier, S. (2017). Social network and cognitive functioning in old age: Self-efficacy as a mediator? *Zeitschrift Fur Gerontologie Und Geriatrie*, 50(2), 123–131. <https://doi.org/10.1007/s00391-016-1178-y>

- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, *12*(3), 189–198.
- Gil Gregorio, P. (2016). Criterios diagnósticos. Beneficios del diagnóstico precoz. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, *51*, 7–11. [https://doi.org/10.1016/S0211-139X\(16\)30137-8](https://doi.org/10.1016/S0211-139X(16)30137-8)
- Holtzman, R. E., Rebok, G. W., Saczynski, J. S., Kouzis, A. C., Wilcox Doyle, K., & Eaton, W. W. (2004). Social network characteristics and cognition in middle-aged and older adults. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, *59*(6), P278-284.
- Hugo, J., & Ganguli, M. (2014). Dementia and Cognitive Impairment: Epidemiology, Diagnosis, and Treatment. *Clinics in Geriatric Medicine*, *30*(3), 421–442. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2014.04.001>
- Kieling, M. L., Pasqualotti, A., & Gil, H. M. P. T. (2017). *Interaction in cyberspace and cognitive training stimulate the areas of attention and memory in elderly people*. In 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1–6). <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975871>
- Klimova, B., & Maresova, P. (2017). Computer-based training programs for older people with mild cognitive impairment and/or dementia. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00262>
- Kotwal, A. A., Kim, J., Waite, L., & Dale, W. (2016). Social Function and Cognitive Status: Results from a US Nationally Representative Survey of Older Adults. *Journal of General Internal Medicine*, *31*(8), 854–862. <https://doi.org/10.1007/s11606-016-3696-0>
- Krueger, K. R., Wilson, R. S., Kamenetsky, J. M., Barnes, L. L., Bienias, J. L., & Bennett, D. A. (2009). Social engagement and cognitive function in old age. *Experimental Aging Research*, *35*(1), 45–60. <https://doi.org/10.1080/03610730802545028>
- 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.
- Lampit, A., Hallock, H., Moss, R., Kwok, S., Rosser, M., Lukjanenko, M., et al. (2014). The Timecourse of Global Cognitive Gains from Supervised Computer-Assisted Cognitive Training: A Randomised, Active-Controlled Trial in Elderly with Multiple Dementia Risk Factors. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, *1*(1), 33–39. <https://doi.org/10.14283/jpad.2014.18>
- Lampit, Amit, 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>
- Millán-Calenti, J. C., Sánchez, A., Lorenzo-López, L., Cao, R., & Maseda, A. (2013). Influence of social support on older adults with cognitive impairment, depressive symptoms, or both coexisting. *International Journal of Aging and Human Development*, *76*(3), 199–214. <https://doi.org/10.2190/AG.76.3.b>
- Myhre, J. W., Mehl, M. R., & Glisky, E. L. (2017). Cognitive benefits of online social networking for healthy older adults. *Journals of Gerontology - Series B*

- OASIS Institute. (2012). *The Facebook Starter Kit*. St. Louis: Oasis Institute.
- Otsuka, T., Tanemura, R., Noda, K., Nagao, T., Sakai, H., & Luo, Z.W. (2015). Development of Computer-Aided Cognitive Training Program for Elderly and Its Effectiveness through a 6 Months Group Intervention Study. *Current Alzheimer Research*, 12(6), 553–562.
- Páscoa, G. M. G., & Gil, H. M. P. T. (2015). Uma nova forma de comunicação para o cidadão Sênior: Facebook. *Kairós Gerontologia*, 18(1), 09–29.
- Peretz, C., Korczyn, 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>
- Rami, L., Valls-Pedret, C., Bartrés-Faz, D., Caprile, C., Solé-Padullés, C., Castellví, M., ... Molinuevo, J. L. (2011). Cognitive reserve questionnaire. Scores obtained in a healthy elderly population and in one with Alzheimer's disease. *Revista de Neurologia*, 52(4), 195–201.
- Rashid, A., Manan, A. A., & Rohana, S. (2016). The influence of social support on cognitive impairment in the elderly. *Australasian Medical Journal*, 9(8), 262–269. <https://doi.org/10.4066/AMJ.2016.2657>
- Reisberg, B., Ferris, S. H., de Leon, M. J., & Crook, T. (1982). The Global Deterioration Scale for assessment of primary degenerative dementia. *The American Journal of Psychiatry*, 139(9), 1136–1139. <https://doi.org/10.1176/ajp.139.9.1136>
- Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M. V., Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2014a). Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11, 88. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-88>
- Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M. V., Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2014b). Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(88), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-88>
- Sánchez-Rodríguez, J., & Torrellas-Morales, C. (2011). Revisión del constructo deterioro cognitivo leve: aspectos generales. *Revista de Neurología*, 52(5), 300–305.
- Seeman, T. E., Miller-Martinez, D. M., Stein Merkin, S., Lachman, M. E., Tun, P. A., & Karlamangla, A. S. (2011). Histories of Social Engagement and Adult Cognition: Midlife in the U.S. Study. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 66B(Suppl 1), i141–i152. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq091>
- Shatil, E., Mikulecká, J., Bellotti, F., & Bureš, V. (2014). Novel Television-Based Cognitive Training Improves Working Memory and Executive Function. *PLOS ONE*, 9(7), e101472. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101472>
- Sims, T., Reed, A. E., & Carr, D. C. (2017). Information and communication technology use is related to higher well-being among the oldest-old. *Journals of Gerontology -*

Series B Psychological Sciences and Social Sciences, 72(5), 761–770.
<https://doi.org/10.1093/geronb/gbw130>

- Smyth, N., Siriwardhana, C., Hotopf, M., & Hatch, S. L. (2015). Social networks, social support and psychiatric symptoms: social determinants and associations within a multicultural community population. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 50(7), 1111–1120. <https://doi.org/10.1007/s00127-014-0943-8>
- Sörman, D. E., Rönnlund, M., Sundström, A., Adolfsson, R., & Nilsson, L.-G. (2015). Social relationships and risk of dementia: A population-based study. *International Psychogeriatrics*, 27(8), 1391–1399. <https://doi.org/10.1017/S1041610215000319>
- Stoeckel, K. J., & Litwin, H. (2016). The impact of social networks on the relationship between functional impairment and depressive symptoms in older adults. *International Psychogeriatrics*, 28(1), 39–47. <https://doi.org/10.1017/S1041610215000538>
- Testa, M. A. (1987). Interpreting quality-of-life clinical trial data for use in the clinical practice of antihypertensive therapy. *Journal of Hypertension. Supplement : Official Journal of the International Society of Hypertension*, 5(1), S9-13.
- Virtual Training for the Elderly. (n.d.). Retrieved September 8, 2018, from <http://www.virtrael.everyware.es/#home>
- Wang, X. (2016). Subjective well-being associated with size of social network and social support of elderly. *Journal of Health Psychology*, 21(6), 1037–1042. <https://doi.org/10.1177/1359105314544136>
- Wechsler. (1999). WAIS-III: *Escala de inteligencia de Wechsler para Adultos*. Madrid: TEA Ediciones.
- Wechsler, D. (2012). WAIS-IV: *Escala de Inteligencia de Wechsler para Adultos*. Madrid: Pearson.
- WHO. (n.d.). Retrieved September 24, 2018, from <http://www.who.int>
- Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P. W., Emslie, H., & Evans, J. J. (1996). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- Wilson, R. S., Boyle, P. A., James, B. D., Leurgans, S. E., Buchman, A. S., & Bennett, D. A. (2015). Negative social interactions and risk of mild cognitive impairment in old age. *Neuropsychology*, 29(4), 561–570. <https://doi.org/10.1037/neu0000154>
- Wyrwich, K. W., & Wolinsky, F. D. (2000). Identifying meaningful intra-individual change standards for health-related quality of life measures. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 6(1), 39–49. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2753.2000.00238.x>
- Yeh, S.-C. J., & Lo, S. K. (2004). Living alone, social support, and feeling lonely among the elderly. *Social Behavior and Personality*, 32(2), 129–138. <https://doi.org/10.2224/sbp.2004.32.2.129>
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., & Rose, T. L. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, 17(1), 37–49.

Zamora-Macorra, M., de, C., Ávila-Funes, J. A., Manrique-Espinoza, B. S., López-Ridaura, R., Sosa-Ortiz, A. L., ... del, C. (2017). The association between social support and cognitive function in Mexican adults aged 50 and older. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 68, 113–118. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.10.005>

CAPÍTULO 12

VALIDACIÓN DE LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN DE VIRTRA-EL PARA PERSONAS CON DAÑO CEREBRAL ADQUIRIDO

(Estudio 7)

Rute-Pérez, S., Rodríguez-Fórtiz, M.J., Sáez-Sanz, N., Pérez García, M. & Caracuel-Romero, A. (Pendiente de envío). Validación preliminar de las pruebas de evaluación online de VIRTRA-EL para personas con daño cerebral adquirido en fase crónica.

CAPÍTULO 13. Validación de las pruebas de evaluación de VIRTRA-EL para personas con daño cerebral adquirido

INTRODUCCIÓN

En nuestra sociedad actual, el daño cerebral adquirido (DCA) constituye un importante problema de salud. Se trata de una lesión repentina en las estructuras del cerebro, que ocurre después del nacimiento y que da lugar a diferentes tipos de problemas (Kamalakaran, Gudlavalleti, Murthy Gudlavalleti, Goenka, & Kuper, 2015). Los accidentes cerebrovasculares (ECV), especialmente el de tipo isquémico, y los traumatismos craneoencefálicos (TCE) son las causas más comunes de DCA y la primera causa de discapacidad en la población adulta (Donnan, Fisher, Macleod, & Davis, 2008; Feigin, Barker-Collo, Krishnamurthi, Theadom, & Starkey, 2010).

El ACV isquémico consiste en una interrupción o reducción de sangre al cerebro que provoca rápidas alteraciones en su funcionamiento y cuyos signos clínicos duran más de 24 horas (“Stroke Association,” n.d.). En cambio, la alteración de la función cerebral que ocurre en el TCE es causada por alguna fuerza externa, por lo general, un golpe violento o sacudida en la cabeza (“Brain Injury Association of America,” n.d.) y, cuyas causas más frecuentes son las caídas y los accidentes de tráfico (Tagliaferri, Compagnone, Korsic, Servadei, & Kraus, 2006).

Se estima que en Europa hay más de 2.5 millones de personas que han sufrido DCA debido a alguna de las 2 causas anteriores (Gustavsson et al., 2011). En España, el DCA afecta a 104.701 personas cada año. Todas estas cifras son relevantes debido al impacto que el DCA tiene sobre la funcionalidad general de la persona y su entorno familiar y social. Se estima que en España alrededor de 420.000 sufren discapacidad por estos motivos (“Instituto Nacional de Estadística,” 2018).

Los datos epidemiológicos de cada una de las dos causas indican que el ACV ha sufrido un aumento significativo en las últimas décadas, especialmente en los países industrializados, y se ha convertido en la tercera causa más común de discapacidad (4.5% de todas las causas) (Fisher, Iadecola, & Sacco, 2017). En 2013, aproximadamente 113 millones de personas en todo el mundo presentaba alguna forma de discapacidad por ACV y se estimaron alrededor de 10.3 millones de nuevos casos (Feigin, Norrving, &

Mensah, 2017). Con respecto a TCE, se estima que la tasa de incidencia es de 262 por cada 100.000 habitantes cada año (Peeters et al., 2015) y que en Europa provoca discapacidad a unas 6.246.400 (Tagliaferri et al., 2006).

Como consecuencia del DCA se produce una amplia gama de alteraciones cognitivas, emocionales y conductuales (Corrigan & Hammond, 2013; Dikmen, McLean, Temkin, & Wyler, 1986; Goldstein et al., 1994; Teasell et al., 2007) que, en la mayoría de los casos, reducen el nivel de independencia, autonomía y esperanza de vida de la persona.

Las alteraciones en los procesos cognitivos suelen ser una de las causas principales de los déficits funcionales que presentan las personas que han sufrido un DCA. Los problemas de atención, aprendizaje, memoria y toma de decisiones son comunes entre las personas con DCA (Barker-Collo et al., 2016; Bohorquez-Montoya & Matute, 2016; Emmanouel et al., 2016; Gutbrod, Heinemann, & Müri, 2017). Los déficits cognitivos se han relacionado con el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas posteriores como la enfermedad de Alzheimer (Fakhran & Alhilali, 2014; Lye & Shores, 2000; Van Den Heuvel, Thornton, & Vink, 2007; Zhou et al., 2015).

Son numerosos los estudios destinados a la búsqueda de medidas capaces de revertir el daño y mejorar la calidad de vida de las personas afectadas y sus familias (Kober, Schweiger, Reichert, Neuper, & Wood, 2017; Smeets, Vink, Ponds, Winkens, & van Heugten, 2017; Vestri et al., 2014). Algunos programas de intervención cognitiva han reportado grandes beneficios y resultados positivos en la reducción del deterioro cognitivo (Bogdanova, Yee, Ho, & Cicerone, 2016; Fernández et al., 2012). En una reciente revisión sistemática, el entrenamiento cognitivo ha resultado eficaz para mejorar déficits en memoria verbal y función ejecutiva, así como problemas en las Actividades Instrumentales de la Vida Diaria en personas con DCA, incluso cuando han transcurrido periodos superiores a los 12 meses tras la lesión (Hallock et al., 2016).

Sin embargo, las tasas de prevalencia indican que un alto porcentaje de personas muestra síntomas de deterioro cognitivo y problemas de funcionalidad de forma crónica (Bramlett & Dietrich, 2015; Corrigan & Hammond, 2013; Fakhran & Alhilali, 2014; Masel, Scheibel, Kimbark, & Kuna, 2001; Nakling et al., 2017). En muchos casos los sistemas sanitarios no cubren adecuadamente las necesidades de rehabilitación neuropsicológica. Por otro lado, numerosas mejoras logradas en los centros de

rehabilitación subaguda se pierden en los meses posteriores al alta porque la persona no tiene recursos suficientes o motivación para seguir trabajando de forma independiente y lograr la consolidación, transferencia y adaptación al medio. Las deficiencias en los sistemas de atención, junto con la propia severidad del DCA, potencian que muchas personas alcancen una fase de cronicidad donde continúan requiriendo cuidados. Las necesidades a largo plazo suponen un costo importante para las personas, sus familias y los sistemas de salud (Chen et al., 2012; Gustavsson et al., 2011; Langhorne et al., 2018; Yuan et al., 2012). La evolución de la discapacidad de las personas con DCA se ha estudiado hasta en periodos de 20 años, con hallazgos que indican que entre los 10 y los 20 años después de la lesión no se produce ninguna mejora en el nivel de discapacidad (Andelic et al., 2018). Este estancamiento se debe a que muchas de estas personas con secuelas crónicas quedan indefensas y excluidas de los servicios de atención médica (OMS). Esta es una de las razones por las que al DCA se le ha llamado la *epidemia silenciosa*, en la que muchas personas permanecen en sus hogares sin ser visibles para el sistema de salud.

El desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación ha permitido la facilitación de alternativas innovadoras para el apoyo y la atención de las personas con DCA (Des Roches & Kiran, 2017; Geraldo et al., 2018). Una de las principales utilidades de estas tecnologías ha sido la creación de herramientas de entrenamiento cognitivo con las que se pretende activar la plasticidad cerebral y provocar mejoras en el rendimiento cognitivo que se transfieran al funcionamiento en las actividades de la vida diaria (Bogdanova et al., 2016; Fernandez et al., 2017; Gil-Pagés et al., 2018). Junto con los programas computarizados de intervención son necesarias las herramientas de evaluación, para disponer de información válida sobre el estado cognitivo de la persona y determinar cuáles son sus necesidades de mejora, ajustar la estimulación y medir la eficacia a través de los cambios obtenidos (Erlanger et al., 2002; Maruff et al., 2009). Además, las pruebas de evaluación neuropsicológica computarizada ofrecen ventajas potenciales con respecto a las pruebas estandarizadas de lápiz y papel, tales como: 1) la capacidad de evaluar a un gran número de personas rápida y fácilmente; 2) la mayor accesibilidad; 3) mediciones precisas en poco tiempo; y 4) la reducción de los costos relacionados con la administración (Bauer et al., 2012; Mataix-Cols & Bartrés-Faz, 2002; Schatz & Browndyke, 2002; Woo, 2008). Al revisar la literatura se encuentra que hay una serie de herramientas que están siendo las más utilizadas: *CogState*, *Immediate*

Post-Concussion Assessment and Cognitive Test (ImPACT) y *Automated Neuropsychological Assessment Metrics (ANAM)*. Sin embargo, algunas de las propiedades psicométricas de estas baterías, como su fiabilidad y sensibilidad test-retest, están siendo cuestionadas (Nelson et al., 2016)

VIRTRA-EL es una plataforma online gratuita para la evaluación y estimulación de procesos cognitivos como atención, aprendizaje y memoria, y funciones ejecutivas (memoria de trabajo, razonamiento y planificación). La plataforma fue desarrollada originalmente para personas mayores y su versión inicial ha mostrado validez para la evaluación en esta población. También se ha mostrado su eficacia para la mejora cognitiva de aspectos fundamentales de la cognición como la atención, la memoria de trabajo y las habilidades de planificación (Rute-Pérez, Santiago-Ramajo, Hurtado, Rodríguez-Fórtiz, & Caracuel, 2014). Partiendo de la hipótesis de que esta plataforma también será válida y útil para evaluar población con DCA, el objetivo de este estudio fue llevar a cabo una validación concurrente preliminar de las pruebas contenidas en el módulo de evaluación de VIRTRA-EL para personas con daño cerebral adquirido que están en fase crónica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Los participantes fueron reclutados en dos asociaciones de familias de pacientes con DCA de la provincia de Granada. En total, la muestra estaba compuesta por treinta y dos personas adultas (81,3% hombres) con una edad media de 56,22 años (DE = 14,08), de las cuales veinte (62.5%) habían sufrido un ACV y 12 un TCE. Todos acudían al centro de manera esporádica para realizar alguna actividad grupal organizada, fundamentalmente de tipo socioemocional, pero no tenían sesiones de rehabilitación neuropsicológica.

Los criterios de inclusión del estudio fueron: a) haber sufrido daño cerebral adquirido como resultado de un accidente cerebrovascular o una lesión cerebral traumática; b) existencia de un período mínimo de 6 meses desde que ocurrió la lesión; c) mantener la capacidad de leer y escribir preservada o recuperada; d) mantener las habilidades motoras básicas de la mano preservadas o recuperadas para el uso de la tablet

o el ordenador; e) tener un puntaje ≥ 21 en la versión en español del Mini-Mental State Examination (MMSE).

Instrumentos

Para llevar a cabo la validación, todos los participantes fueron evaluados de manera individual mediante diferentes pruebas neuropsicológicas estandarizadas y el módulo de evaluación de VIRTRA-EL. Las funciones evaluadas fueron: atención, memoria verbal, memoria de trabajo, razonamiento y planificación.

Pruebas neuropsicológicas estandarizadas

Atención:

- *Test de atención d2* (Brickenkamp & Zillmer, 1998). Esta prueba mide la atención selectiva y la concentración mental. Su aplicación se puede realizar tanto de forma individual como colectiva y requiere en torno a 8 o 10 minutos. Tiene 14 líneas que contienen, de manera aleatoria, letras «d» y «p» con uno o dos pequeños guiones encima o debajo de cada una. La tarea de la persona es verificar cuidadosamente, de izquierda a derecha, el contenido de cada línea e ir marcando cada letra «d» que contenga en total dos pequeños guiones (arriba, abajo o uno arriba y uno abajo). Las combinaciones restantes se consideran irrelevantes y no deben marcarse, y dispone de 20 segundos para cada línea. Las puntuaciones finales de la prueba son el número total de aciertos y de errores, con los que se calcula un *índice de concentración* (aciertos menos errores por comisión).
- *Subescala Dígitos* de la Wechsler Adult Intelligence Scale-III (WAIS-III) (Wechsler, 1999). Está compuesto de tres tareas: dígitos directos, dígitos inversos y dígitos en orden inverso. Para este estudio, solo realizamos la primera de ellas. Consiste en presentar oralmente una serie de dígitos que la persona debe repetir en el mismo orden en que fueron presentados. Tiene un total de 8 elementos con dos intentos en cada uno, y la prueba finaliza cuando falla los dos intentos de un mismo elemento. La puntuación final para esta prueba se obtiene sumando el número total de secuencias correctas que realiza.

Aprendizaje y Memoria verbal:

- *Hopkins Verbal Learning Test-Revised (HVLT-R)*(Brandt, 1991), *forma A*. Consiste en una lista de 12 palabras que pertenecen a tres categorías semánticas diferentes (4 palabras por categoría). Incluye diferentes tipos de tareas que se distribuyen de la siguiente manera: 1) tres ensayos de aprendizaje; 2) un ensayo de recuerdo libre demorado (aproximadamente a los 20 minutos); 3) un ensayo de recuerdo demorado facilitado por categorías semánticas; y, 4) un ensayo de reconocimiento con alternativas de respuesta sí / no. Para esta última tarea, se presenta una lista de palabras que incluye las 12 palabras objetivo y otras 12 palabras no objetivo, seis de las cuales provienen de las mismas categorías semánticas que los objetivos. La puntuación para esta prueba consiste en la obtención de 5 índices: ensayo 3= nº de palabras aprendidas en el tercer ensayo de aprendizaje, Aprendizaje T= nº total de palabras aprendidas durante los 3 ensayos de aprendizaje, demorado= nº de palabras correctas en el recuerdo libre demorado, recuerdo con claves= nº de palabras recordadas mediante la facilitación por categorías semánticas y, reconocimiento= nº de palabras correctas por reconocimiento.

Memoria de trabajo:

- *Subescala Letras y Números de la Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III)* (Wechsler, 1999). En esta tarea se presentan oralmente una serie de números y letras. La persona tiene que repetir esos números y letras, pero ordenarlos, de modo que primero debe decir los números en orden ascendente y luego las letras en orden alfabético. Se compone de 7 elementos con 3 intentos cada uno. La prueba finaliza cuando se comenten errores en los 3 intentos de un mismo elemento y la puntuación se basa en el nº de series correctas realizadas.

Razonamiento:

- *Subescala Semejanzas de la Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III)* (Wechsler, 1999). La tarea consiste en encontrar las semejanzas que existen entre dos palabras que hacen referencia a objetos comunes o conceptos. Tiene un total de 19 elementos, que se puntúan como 0,1 o 2 en función de unos criterios generales y la prueba termina con 4 puntuaciones consecutivas de 0. La

puntuación final consiste en el sumatorio de las puntuaciones de todos los elementos realizados.

- *Subescala Matrices de la Wechsler Adult Intelligence Scale-III (WAIS-III)* (Wechsler, 1999). En esta tarea, se presentan series de imágenes incompletas. Justo debajo de estas series hay varias alternativas de respuesta. La persona debe seleccionar cuál de ellas es la más apropiada para completar la serie. Hay 26 elementos, que se puntúan como 0 (incorrecto) o 1 (correcto) y, la prueba finaliza cuando la persona tiene 4 errores consecutivos o 4 elementos con un puntuación de 0 de 5 consecutivos. La puntuación obtenida es el número de número total de respuestas correctas.

Planificación:

- *Test del Mapa del Zoo-versión 1* de la Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome Battery (BADS) (Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, & Evans, 1996). En esta prueba, los participantes deben planificar una ruta a través del mapa de un zoo para visitar determinados lugares pero, teniendo en cuenta el cumplimiento de ciertas reglas. No requiere que los lugares a visitar y las reglas sean memorizadas puesto que disponen de ellas para consultarlas si lo necesitan. La puntuación final de esta prueba consiste en el número de secuencias correctas (visitar lugares en determinado orden) menos el total de errores (nº total de veces que visita los lugares más de una vez, nº de desvíos del camino, nº de fallos en marcar con línea continua la ruta y nº de lugares inapropiados que ha visitado).

Pruebas neuropsicológicas computarizadas

VIRTRA-EL es una plataforma online gratuita diseñada para la evaluación y la estimulación cognitiva. Se desarrolló inicialmente una aplicación software bajo el nombre de PESCO y fue validada para personas mayores sin demencia a través de un proyecto financiado por un organismo público regional (Rute-Pérez, Santiago-Ramajo, Hurtado, Rodríguez-Fórtiz, & Caracuel, 2014b). Tras su validación se pasó a formato web con el objetivo de facilitar su acceso a través de cualquier dispositivo conectado a internet.

Contiene un total de 13 sesiones: 2 de evaluación pre, 9 de estimulación y 2 de evaluación post. Para este estudio los participantes sólo realizaron las dos primeras

sesiones del módulo de evaluación. La primera está compuesta por un ejercicio de "manejo del ratón", dos cuestionarios sobre las habilidades de la vida diaria (básicas e instrumentales) y tres ejercicios de evaluación cognitiva: dos para el razonamiento y uno para la memoria visual. La segunda sesión se compone de cinco ejercicios: el primero de memoria verbal (corto y largo plazo), uno de memoria de trabajo, dos de atención y otro de planificación. A continuación se describen los ejercicios atendiendo a los diferentes dominios evaluados.

Atención:

- *Pirámides*. Este ejercicio dura aproximadamente 5 minutos y está diseñado para medir la capacidad de atención sostenida. Está compuesto por una serie de paneles en los que aparecen diferentes imágenes de pirámides: pequeñas, grandes, frontales, giradas, con puerta en el lado del sol o sombra, sin puertas, etc. El objetivo es encontrar en cada panel todas las imágenes que contengan una pirámide grande y dos pirámides pequeñas con puerta en el lado soleado. Para la realización de cada panel la persona dispone de 20 segundos. Las puntuaciones finales de la prueba se basan en dos índices: 1) número total de aciertos y 2) concentración, que consiste en el total de aciertos menos los errores por comisión.
- *Números*. En esta tarea se muestran, de uno en uno, una secuencia de números en una pizarra. La persona tiene que repetir la secuencia en el mismo orden a través de un marcador que aparece en la pantalla. Está compuesto por diferentes niveles con dos secuencias en cada uno de ellos. Si una de las dos secuencias se realiza correctamente, se pasará al siguiente nivel, donde cada secuencia tendrá un dígito más. La cantidad máxima de niveles es 9 y el ejercicio finaliza cuando se cometen dos errores en el mismo nivel. La puntuación final para esta prueba es el número de secuencias correctas.

Memoria verbal:

- *Lista de Palabras*. Consiste en la presentación de una lista con 12 palabras que la persona debe memorizar y luego evocar. Para ello el ejercicio se divide en varias tareas:
 - 1) Se presenta una lista de palabras de color *azul* que la persona tiene que ir memorizando en tres ensayos de aprendizaje de 60 segundos cada uno.

Tras cada ensayo hay una tarea de evocación en el que debe escribir todas las palabras que recuerda.

- 2) Una vez completados los 3 ensayos de aprendizaje, se presenta otra lista de 12 palabras diferentes y en color *rojo*. Esta lista solo se presenta una vez, también durante 60 segundos, y la persona debe volver a escribir las palabras que recuerde.
- 3) Aproximadamente 20 minutos después, se le pide que vuelva a recordar las palabras de la lista *azul* que memorizó 3 veces: primero mediante una tarea de recuerdo libre, y posteriormente mediante una tarea de reconocimiento.

La puntuación para esta prueba consiste en la obtención de 5 índices: ensayo 3= nº de palabras aprendidas en el tercer ensayo de aprendizaje, Aprendizaje T= nº total de palabras aprendidas durante los 3 ensayos de aprendizaje, demorado= nº de palabras correctas en el recuerdo libre demorado, recuerdo con claves= nº de palabras recordadas mediante la facilitación por categorías semánticas y, reconocimiento= nº de palabras correctas por reconocimiento.

Memoria de trabajo:

- *Números y Vocales*. Consiste en memorizar los números y las vocales que se muestran en una pizarra de forma desordenada y consecutiva. Posteriormente, la persona debe marcar la secuencia en el panel que aparece en la pantalla pero de manera ordenada, primero los números de menor a mayor y luego las vocales en orden alfabético. Hay un total de 8 niveles con tres secuencias en cada uno. Si al menos alguna de ellas se realiza correctamente, se pasa al siguiente nivel, en el que las secuencias tendrán un elemento más. El ejercicio finaliza cuando se realizan mal los 3 intentos de un mismo nivel y la puntuación final es el número de secuencias correctas.

Razonamiento

- *Serie Semánticas*. Este ejercicio sirve para medir el razonamiento abstracto de tipo verbal. Para ello, se presentan varias series de palabras que están relacionadas entre sí. Entre ellas hay una que no tiene relación con las demás y la persona tiene

que encontrarla y seleccionarla. La puntuación final es el número de series realizadas correctamente.

- *Series Lógicas*. Este ejercicio se usa para medir el razonamiento abstracto de tipo visuoespacial. Consiste en la presentación, en distintas pantallas, de varias series de figuras (una serie por pantalla) que siguen una secuencia, de acuerdo a un determinado criterio. La persona debe conocer en cada caso los criterios en cuestión y seleccionar, de entre las figuras propuestas en la parte inferior, cuál de ellas es adecuada para completar la serie. La puntuación de la prueba es la suma de series correctas.

Planificación

- *Reparto de Paquetes*. En este ejercicio la persona debe convertirse en un repartidor que tiene la misión de entregar y recoger paquetes en determinados puntos de una ciudad. Para ello, debe tratar de planificar una ruta óptima evitando desvíos innecesarios. La lista de tareas que debe realizar siempre está en la pantalla, por lo que el usuario no tiene que memorizarlas. La puntuación final de la prueba es un índice compuesto por: número total de paquetes correctos + (número de movimientos/tiempo total empleado).

Procedimiento

Se informó a los participantes de la posibilidad de participar en el estudio y todos los voluntarios firmaron un consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Granada. Posteriormente, fueron citados en el centro de manera individualizada. El procedimiento llevado a cabo para la validación consta de dos fases:

- 1ª Fase. Consta de una sesión, de aproximadamente una hora, en la que los participantes fueron evaluados mediante pruebas estandarizadas en: atención, memoria verbal, memoria de trabajo, razonamiento y planificación.
- 2ª Fase. Consta de dos sesiones de aproximadamente 45 minutos. En ellas, los participantes realizaron las siete tareas cognitivas incluidas en el módulo de evaluación de VIRTRA-EL que correspondían a los dominios cognitivos evaluados previamente en lápiz y papel. Para ello se asignó un nombre de usuario y contraseña que permitía acceder a la plataforma. Todos los datos fueron

almacenados de forma segura en el "Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento" (CIMCYC) de la Universidad de Granada.

Análisis estadístico

Para determinar la asociación entre las puntuaciones de las pruebas computarizadas con las de las pruebas estandarizadas concurrentes (ver tabla 1) se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson cuando la distribución, según la prueba de Shapiro-Wilks, era de tipo normal, y el coeficiente de Spearman en el resto de los casos. Para realizar todos los análisis estadísticos de los datos de este estudio se utilizó la versión 22 del paquete estadístico SPSS.

Tabla 1

Correspondencia de la comparación entre pruebas estandarizadas y VIRTRA-EL.

Funciones / componentes cognitivos	Pruebas estandarizadas	Pruebas de VIRTRA-EL
Atención	Test de atención d2	Pirámides
	Dígitos (WAIS-III)	Números
Memoria verbal	HVLT-R	Lista de palabras
Memoria de trabajo	Letras y Números (WAIS-III)	Números y Vocales
Razonamiento	Matrices (WAIS-III)	Series Lógicas
	Semejanzas (WAIS-III)	Series Semánticas
Planificación	Mapa del Zoo-versión 1 (BADS)	Reparto de Paquetes

Nota. WAIS-III=Wechsler Adult Intelligence Scale-III, HVLT-R= Hopkins Verbal Learning Test-Revised, BADS= Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome.

RESULTADOS

El rendimiento de los participantes en las pruebas estandarizadas y las correspondientes pruebas computarizadas de VIRTRA-EL se muestran en la tabla 2. Los resultados indican que existen correlaciones significativas entre ambas puntuaciones en todos las pruebas y los índices comparados, excepto entre las pruebas de razonamiento semántico y en el índice de reconocimiento de las pruebas de memoria verbal. La correlación significativa más baja se encontró entre las puntuaciones de las pruebas de planificación ($r = .408$) y la más alta entre los índices de recuerdo verbal demorado ($r = .818$).

Tabla 2

Correlaciones entre índices de las pruebas estandarizadas y de las de VIRTRA-EL.

Funciones / componentes cognitivos	Tipo de prueba Estandarizada / VIRTRA-EL	Índice de cada prueba	Media (SD)	<i>r/ Rho p</i>
Atención	Estandarizada.	d2: “aciertos”	110.22 (42.46)	.783
	VIRTRA-EL	Pirámides: “aciertos”	82.75 (35.37)	($p < .001$)
	Estandarizada	d2: “concentración”	107.72 (44.49)	.780
	VIRTRA-EL	Pirámides: “concentración”	78.94 (38.66)	($p < .001$)
	Estandarizada.	Dígitos (WAIS-III)	7.63 (2.18)	.711
	VIRTRA-EL	Números	8.03 (3.10)	($p < .001$)
Aprendizaje y Memoria verbal	Estandarizada	HVLT-R: “ensayo 3”	8.66 (2.50)	.771
	VIRTRA-EL	LP: “ensayo 3”	8.13 (2.68)	($p < .001$)
	Estandarizada	HVLT-R: “aprendizaje T”	22.78 (6.78)	.806
	VIRTRA-EL	LP: “aprendizaje T”	20.47 (8.35)	($p < .001$)
	Estandarizada	HVLT-R: “recuerdo demorado”	7.41 (2.90)	.818
	VIRTRA-EL	LP: “recuerdo demorado”	5.70 (3.14)	($p < .001$)
	Estandarizada	HVLT-R: “reconocimiento”	10.69 (1.71)	.113
	VIRTRA-EL	LP: “reconocimiento”	10.71 (1.79)	($p = .546$)

Memoria de trabajo	Estandarizada	Letras y Números (WAIS-III)	7.13 (2.83)	.662
	VIRTRA-EL	Números y Vocales	7.87 (3.81)	(p< .001)
Razonamiento	Estandarizada.	Matrices (WAIS-III)	10.81 (5.57)	.444
	VIRTRA-EL	Series Lógicas	2.53 (1.31)	(p≤.011)
	Estandarizada.	Semejanzas (WAIS-II)	16.75 (5.68)	.207
	VIRTRA-EL	Series Semánticas	4.25 (0.84)	(p=.255)
Planificación	Estandarizada	Mapa del Zoo-versión 1	-0.94 (5.64)	.482
	VIRTRA-EL	(BADS)		(p≤0.005)
		Reparto de Paquetes	5.64 (1.11)	

Nota. WAIS-III=Wechsler Adult Intelligence Scale-III. HVLTR= Hopkins Verbal Learning Test-Revised; BADS= Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome; LP= Lista de Palabras de VIRTRA-EL; d2= Test de Atención d2.

Además, para comprobar la validez divergente y a la vez garantizar que no se cometen errores por omisión de análisis en la validación concurrente, se realizaron correlaciones de todos los índices de las pruebas de VIRTRA-EL con todos los de las pruebas estandarizadas utilizadas. Se encontró que cada índice o prueba de VIRTRA-EL tenía una asociación de mayor intensidad con la variable de las pruebas estandarizadas que a priori se había considerado como concurrente, excepto en "Números y Vocales". "Series semánticas" y "Reparto de paquetes" (Tabla 4). Sin embargo, cuando las pruebas estandarizadas se compararon entre sí, los resultados fueron similares (tabla 4). La subescala de Letras y Números tenía correlaciones más altas con d2 ($r = .673$), la subescala de Matrices también tenía correlaciones más altas con d2 ($r = .577$) y Letras y Números ($r = .567$), y el Mapa del Zoo tenía correlaciones más altas o similares con todas las pruebas estándares: d2CON ($r = .366$), HVLTR-ens3 ($r = .401$), HVLTR-Aje ($r = .706$), HVLTR-demor ($r = .507$), HVLTR-recon ($r = .663$), LyN ($r = .437$), Matrices ($r = .638$) y Semejanzas ($r = .427$).

Tabla 3

Resultados de la correlación entre todas las pruebas e índices de atención. aprendizaje y memoria verbal en los formatos computarizado y estandarizado (en negrita los coeficientes entre pruebas consideradas como equivalentes)

		ATENCIÓN						MEMORIA							
Span Atencional		Concentración				Aprendizaje		Memoria a Largo Plazo							
Estándar	VIRTRA-EL	Estándar	VIRTRA-EL	Estándar	VIRTRA-EL	Estándar	VIRTRA-EL	Estándar	VIRTRA-EL	Estándar	VIRTRA-EL	Estándar	VIRTRA-EL		
Dígitos	Números	d2-CON	PIR-CON	HVLT-R- LP-ens3	HVLT-R- LP-AjeT	HVLT-R- LP-demor	HVLT-R- LP-recon	Dígitos	Números	d2-CON	PIR-CON	HVLT-R- LP-ens3	HVLT-R- LP-AjeT	HVLT-R- LP-demor	HVLT-R- LP-recon
				ens3	AjeT	demor	recon								
d2-CON	.413*	.544**	.780**	.403*	.407*	.3 ^a	.378*	HVLT-R-ens3	.155	.403*	.452**	.960**	.811**	.844**	.668**
HVLT-R-ens3	.164	.207	.407*	.960**	.706**	.806**	.677**	HVLT-R-demor	.136	.410*	.472**	.855**	.828**	.677**	.038
HVLT-R-AjeT	.171	.136	.410*	.855**	.686**	.689**	.786**	HVLT-R-recon	.216	.378*	.374*	.668**	.468**	.664**	.113
HVLT-R-demor	.17	.216	.378*	.668**	.543**	.468**	.786**	Dígitos	.711**	.413*	.354*	.155	.171	.124	.07
HVLT-R-recon	.07	.216	.378*	.668**	.543**	.468**	.786**	LyN	.677**	.413*	.690**	.376*	.363*	.344 ^b	-.257
Dígitos								Matrices	.414*	.577**	.465**	.347	.294	.418*	.097
LyN								Semejanzas	.429*	.428*	.451**	.366*	.468**	.498**	-.214
Matrices								Mapa Zoo	.238	.366*	.404*	.401*	.706**	.515**	.17
Semejanzas															
Mapa Zoo															

Nota: *p≤.05, **p≤.001; ^a tendencia a la significación=.09; ^b tendencia a la significación p=.08; d2-CON= índice de concentración del Test d2; HVLT-R=Hopkins Verbal Learning Test-Revised (ens3=ensayo 3; AjeT= aprendizaje; demor= demorado; recon= reconocimiento); LyN= Letras y Números; LP= Lista de Palabras de VIRTRA-EL (ens3=ensayo 3; AjeT= aprendizaje; demor= demorado; recon= reconocimiento).

Tabla 4.

Resultados de la correlación entre todas las pruebas e índices de función ejecutiva en los formatos computarizado y estandarizado (en negrita los coeficientes entre pruebas concurrentes, subrayado cuando la mayor correlación no se produce con la prueba considerada a priori como equivalente)

	FUNCIÓN EJECUTIVA														
	Memoria de trabajo					Razonamiento					Planificación				
	Estándar	VIRTRA-EL	Estándar	Matrices	Estándar	VIRTRA-EL	S. Lóg	Semejanzas	Estándar	VIRTRA-EL	S. Sem	Mapa Zoo	Estándar	VIRTRA-EL	Reparto Paq
d2-CON	<u>.673**</u>	<u>.746**</u>	<u>.577**</u>	<u>.529**</u>	.428*	<u>.529**</u>	<u>.529**</u>	.428*	<u>.529**</u>	<u>.529**</u>	<u>.529**</u>	<u>.529**</u>	<u>.529**</u>	<u>.529**</u>	<u>.529**</u>
HVLT-R-ens3	.376*	.437*	.347	.316	.366*	.316	.316	.366*	.316	.053	.053	.401*	.401*	.165	.165
HVLT-R-AjeT	.363*	.409*	.294	.328	.468**	.328	.328	.468**	.328	.02	.02	<u>.706**</u>	<u>.706**</u>	.170	.170
HVLT-R-demor	.443*	.433*	.396*	.325 ^a	.296	.325 ^a	.325 ^a	.296	.325 ^a	.003	.003	.507**	.507**	.247	.247
HVLT-R-recon	.449*	.287	.366*	.355**	.224	.355**	.355**	.224	.355**	.088	.088	.663**	.663**	.287	.287
Dígitos (WAIS-III)	<u>.677**</u>	.427*	.414*	.318	.429*	.318	.318	.429*	.318	.114	.114	.238	.238	.366*	.366*
LyN (WAIS-III)		.662**	.567**	.519**	.544**	.519**	.519**	.544**	.519**	.046	.046	.437*	.437*	.660**	.660**
Matrices (WAIS-III)	.414*	.371*		.444*	.472**	.444*	.444*	.472**	.472**	.096	.096	.638**	.638**	.482**	.482**
Semejanzas (WAIS-III)	.429*	.224	.544**	.24		.24	.24		.24	.207	.207	.427*	.427*	.128	.128
Mapa Zoo 1(BADS)	.238	.315	.437*	.315 ^b	.638**	.315 ^b	.315 ^b	.638**	.315 ^b	.102	.102	.482**	.482**	.482**	.482**

Nota: *p≤.05, **p≤.001; ^a tendencia a la significación p=.07; ^b tendencia a la significación p=.08; d2-CON= índice de concentración del Test d2; HVLT-R=Hopkins Verbal Learning Test-Revised (ens3=ensayo 3; AjeT= aprendizaje; demor= demorado; recon= reconocimiento); LyN= Letras y Números; NyV= Números y Vocales; S.Lóg= Series Lógicas; S. Sem= Series Semánticas; Reparto Paq= Reparto de Paquetes.

DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue validar las pruebas del módulo de evaluación cognitiva de la plataforma VIRTRA-EL para personas con daño cerebral adquirido en una fase crónica. Los resultados de las comparaciones llevadas a cabo muestran una validez concurrente de VIRTRA-EL entre moderada y alta (Bisquerra Alzina, 2004, p. 212) para la medición de las funciones cognitivas de atención, aprendizaje, memoria verbal, memoria de trabajo, razonamiento abstracto y planificación.

En estudios previos se ha considerado que en evaluación psicológica el tamaño medio del efecto de la correlación entre pruebas computarizadas y estandarizadas está en torno a 0.3 (Fasfous et al., 2015). El rendimiento de las tareas computarizadas de VIRTRA-EL que requieren concentración correlacionó fuertemente, con un índice superior a 0.8 con las tareas que requerían concentración en las pruebas estandarizadas. Este mismo efecto sucedió entre las pruebas de aprendizaje y memoria verbal y de memoria de trabajo. En razonamiento abstracto y planificación, las correlaciones entre las pruebas en ambos formatos fueron moderadas, pero superiores a 0.4. Donde no se ha cumplido la hipótesis del estudio ha sido en la prueba de razonamiento semántico y en el índice de reconocimiento a largo plazo de la lista de palabras, en las que no se obtuvieron correlaciones significativas con las correspondientes estandarizadas.

Además de resultados positivos en concurrencia (asociaciones más altas y significativas entre los índices que miden constructos similares), para determinar la validez de una forma completa se requiere la presencia de cierta divergencia o falta de asociación alta o significativa entre los índices que a priori no se consideran similares. En los resultados de las asociaciones de cada una de las medidas de rendimiento de las pruebas computarizadas con todas las de las pruebas en el formato de lápiz y papel era esperable la presencia de asociaciones múltiples entre cada índice computarizado y otros índices estandarizados. El motivo fundamental de esta correlación generalizada es que el rendimiento en distintas pruebas cognitivas suele guardar cierta relación, sobre todo cuando se requiere la coordinación de varias operaciones para que se lleve a cabo la función o componente cognitivo evaluado (Chan, Shum, Touloupoulou, & Chen., 2008; Rodrigues et al., 2018). Los hallazgos indican que la mayoría de las pruebas e índices de VIRTRA-EL que han mostrado validez concurrente también muestran validez divergente, presentando patrones de correlación con las pruebas de otros dominios que son similares a los obtenidos por las pruebas estandarizadas. En el caso de la prueba de Reparto de

Paquetes, los resultados en validez divergente son mejores que los obtenidos por el Mapa del Zoo, su correspondiente prueba estandarizada. Este mejor patrón de concurrencia-divergencia del Reparto de Paquetes se basa en no presentar correlación con los índices de memoria del HVLT-R ni con Semejanzas, mientras que el Mapa del Zoo sí que tiene correlaciones significativas con esas pruebas con las que a priori no se esperaba que las tuviera.

En tres de las pruebas de VIRTRA-EL (Vocales y Números, Series Lógicas y Reparto de Paquetes) se ha encontrado una correlación más alta con algún índice que a priori era considerado no equivalente. Sin embargo, esa correlación inesperada no es mucho mayor que la que tienen con los índices que de antemano se consideraban correspondientes, y además, este fenómeno ocurre también en las pruebas estandarizadas y con mayor intensidad.

Estudios previos han demostrado que la evaluación cognitiva computarizada ofrece una serie de ventajas sobre las pruebas neuropsicológicas estandarizadas (Espeland et al., 2013). Sin embargo, la validez y por tanto, la utilidad clínica de la mayoría de las pruebas disponibles no se han estudiado o son cuestionables (Arrieux, Cole, & Ahrens, 2017; Schatz & Browndyke, 2002). El cumplimiento de la hipótesis de este estudio para la mayoría de las pruebas de VIRTRA-EL y sus índices, tiene implicaciones clínicas porque se garantiza que las personas con DCA en un estadio de cronicidad disponen de una herramienta que puede ser utilizada de forma válida para distintos fines aplicados a la salud.

En resumen, VIRTRA-EL es una plataforma gratuita que ha demostrado ser válida para evaluar la función cognitiva de las personas que han sufrido daño cerebral. Estos resultados son similares a otras plataformas informatizadas (Gualtieri & Johnson, 2008) pero, a diferencia de ellas, suponen un menor costo para las personas y brindan mayor accesibilidad a las personas con pocos recursos económicos y / o con dificultad de desplazamiento a centros especializados.

En conclusión, las pruebas Pirámides, Lista de Palabras, Números, Números y Vocales, Series Lógicas y Reparto de Paquetes de VIRTRA-EL muestran una adecuada validez para la evaluación cognitiva de personas con daño cerebral adquirido. La prueba Series Semánticas y el índice de reconocimiento de la Lista de Palabras no presentan una validez adecuada.

REFERENCIAS

- Andelic, N., Howe, E. I., Hellström, T., Sanchez, M. F., Lu, J., Løvstad, M., & Røe, C. (2018). Disability and quality of life 20 years after traumatic brain injury. *Brain and Behavior, 8*(7). <https://doi.org/10.1002/brb3.1018>
- Arrieux, J. P., Cole, W. R., & Ahrens, A. P. (2017). A review of the validity of computerized neurocognitive assessment tools in mild traumatic brain injury assessment. *Concussion, 2*(1), CNC31. <https://doi.org/10.2217/cnc-2016-0021>
- Barker-Collo, S., Krishnamurthi, R., Feigin, V., Jones, A., Theadom, A., Barber, P. A., et al. (2016). Neuropsychological Outcome and its Predictors Across the First Year after Ischaemic Stroke. *Brain Impairment, 17*(2), 111–122. <https://doi.org/10.1017/BrImp.2016.17>
- Bauer, R. M., Iverson, G. L., Cernich, A. N., Binder, L. M., Ruff, R. M., & Naugle, R. I. (2012). Computerized Neuropsychological Assessment Devices: Joint Position Paper of the American Academy of Clinical Neuropsychology and the National Academy of Neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology, 27*(3), 362–373. <https://doi.org/10.1093/arclin/acs027>
- Bisquerra Alzina, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.
- Bogdanova, Y., Yee, M. K., Ho, V. T., & Cicerone, K. D. (2016). Computerized Cognitive Rehabilitation of Attention and Executive Function in Acquired Brain Injury: A Systematic Review. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 31*(6), 419–433. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000203>
- Bohorquez-Montoya, L., & Matute, E. (2016). Working memory after traumatic brain injury in late childhood and adolescence. In *Traumatic Brain Injury: Diagnosis, Management and Long-Term Outcomes* (pp. 1–36).
- Brain Injury Association of America. (n.d.). Retrieved September 27, 2018, from <https://www.biausa.org/public-affairs/public-awareness/news/biaa-adopts-new-tbi-definition>
- Bramlett, H. M., & Dietrich, W. D. (2015). Long-Term Consequences of Traumatic Brain Injury: Current Status of Potential Mechanisms of Injury and Neurological Outcomes. *Journal of Neurotrauma, 32*(23), 1834–1848. <https://doi.org/10.1089/neu.2014.3352>
- Brandt, J. (1991). The hopkins verbal learning test: Development of a new memory test with six equivalent forms. *Clinical Neuropsychologist, 5*(2), 125–142. <https://doi.org/10.1080/13854049108403297>
- Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1998). *The d2 test of attention*. Seattle: Hogrefe & Huber.
- Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists, 23*(2), 201–216. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.010>

- Chen, A., Bushmeneva, K., Zagorski, B., Colantonio, A., Parsons, D., & Wodchis, W. P. (2012). Direct cost associated with acquired brain injury in Ontario. *BMC Neurology*, *12*, 76. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-12-76>
- Corrigan, J. D., & Hammond, F. M. (2013). Traumatic Brain Injury as a Chronic Health Condition. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *94*(6), 1199–1201. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.01.023>
- Des Roches, C. A., & Kiran, S. (2017). Technology-Based Rehabilitation to Improve Communication after Acquired Brain Injury. *Frontiers in Neuroscience*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00382>
- Dikmen, S., McLean, A., Temkin, N. R., & Wyler, A. R. (1986). Neuropsychologic outcome at one-month postinjury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *67*(8), 507–513.
- Donnan, G. A., Fisher, M., Macleod, M., & Davis, S. M. (2008). Stroke. *Lancet*, *371*(9624), 1612–1623. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60694-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60694-7)
- Emmanouel, A., Boelen, D., Mouza, E., Allain, P., Kessels, R. P. C., & Fasotti, L. (2016). Script Generation and Executive Dysfunction in Patients with Anterior and Posterior Brain Lesions. *Brain Impairment*, *17*(3), 193–208. <https://doi.org/10.1017/BrImp.2016.15>
- Erlanger, D. M., Kaushik, T., Broshek, D., Freeman, J., Feldman, D., & Festa, J. (2002). Development and validation of a web-based screening tool for monitoring cognitive status. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *17*(5), 458–476.
- Espeland, M. A., Katula, J. A., Rushing, J., Kramer, A. F., Jennings, J. M., Sink, K. M., et al. (2013). Performance of a Computer-based Assessment of Cognitive Function Measures in two Cohorts of Seniors. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *28*(12). <https://doi.org/10.1002/gps.3949>
- Fakhran, S., & Alhilali, L. (2014). Neurodegenerative changes after mild traumatic brain injury. *Progress in Neurological Surgery*, *28*, 234–242. <https://doi.org/10.1159/000358787>
- Fasfous, A. F., Peralta-Ramirez, M. I., Pérez-Marfil, M. N., Cruz-Quintana, F., Catena-Martinez, A., & Pérez-García, M. (2015). Reliability and validity of the Arabic version of the computerized Battery for Neuropsychological Evaluation of Children (BENCI). *Child Neuropsychology*, *21*(2), 210–224. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.896330>
- Feigin, V. L., Barker-Collo, S., Krishnamurthi, R., Theadom, A., & Starkey, N. (2010). Epidemiology of ischaemic stroke and traumatic brain injury. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*, *24*(4), 485–494. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2010.10.006>
- Feigin, V. L., Norrving, B., & Mensah, G. A. (2017). Global Burden of Stroke. *Circulation Research*, *120*(3), 439–448. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.308413>

- Fernandez, E., Bergado Rosado, J. A., Rodriguez Perez, D., Salazar Santana, S., Torres Aguilar, M., & Bringas, M. L. (2017). Effectiveness of a Computer-Based Training Program of Attention and Memory in Patients with Acquired Brain Damage. *Behavioral Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/bs8010004>
- Fernández, E., Bringas, M. L., Salazar, S., Rodríguez, D., García, M. E., & Torres, M. (2012). Clinical impact of RehaCom software for cognitive rehabilitation of patients with acquired brain injury. *MEDICC Review*, 14(4), 32–35. <https://doi.org/10.1590/S1555-79602012000400007>
- Fisher, M., Iadecola, C., & Sacco, R. (2017). Introduction to the Stroke Compendium. *Circulation Research*, 120(3), 437–438. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.310453>
- Geraldo, A., Dores, A. R., Coelho, B., Ramião, E., Castro-Caldas, A., & Barbosa, F. (2018). Efficacy of ICT-Based Neurocognitive Rehabilitation Programs for Acquired Brain Injury. *European Psychologist*, 23(3), 250–264. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000319>
- Gil-Pagés, M., Solana, J., Sánchez-Carrión, R., Tormos, J. M., Enseñat-Cantalops, A., & García-Molina, A. (2018). A customized home-based computerized cognitive rehabilitation platform for patients with chronic-stage stroke: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 19(1):191. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-2577-8>
- Goldstein, F. C., Levin, H. S., Presley, R. M., Searcy, J., Colohan, A. R., Eisenberg, H. M., et al. (1994). Neurobehavioural consequences of closed head injury in older adults. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 57(8), 961–966.
- Gualtieri, C. T., & Johnson, L. G. (2008). A computerized test battery sensitive to mild and severe brain injury. *Medscape Journal of Medicine*, 10(4), 90.
- Gustavsson, A., Svensson, M., Jacobi, F., Allgulander, C., Alonso, J., Beghi, E., et al. (2011). Cost of disorders of the brain in Europe 2010. *European Neuropsychopharmacology*, 21(10), 718–779. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2011.08.008>
- Gutbrod, K., Heinemann, D., & Müri, R. (2017). Neurorehabilitation of cognitive disorders. *Therapeutische Umschau*, 74(9), 503–509. <https://doi.org/10.1024/0040-5930/a000948>
- Hallock, H., Collins, D., Lampit, A., Deol, K., Fleming, J., & Valenzuela, M. (2016). Cognitive Training for Post-Acute Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00537>
- Instituto Nacional de Estadística. (2018). Retrieved August 3, 2018, from <http://www.ine.es/>
- Kamalakannan, S. K., Gudlavalleti, A. S. V., Murthy Gudlavalleti, V. S., Goenka, S., & Kuper, H. (2015). Challenges in understanding the epidemiology of acquired brain injury in India. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 18(1), 66–70. <https://doi.org/10.4103/0972-2327.151047>

- Kober, S. E., Schweiger, D., Reichert, J. L., Neuper, C., & Wood, G. (2017). Upper Alpha Based Neurofeedback Training in Chronic Stroke: Brain Plasticity Processes and Cognitive Effects. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *42*(1), 69–83. <https://doi.org/10.1007/s10484-017-9353-5>
- Langhorne, P., O'Donnell, M. J., Chin, S. L., Zhang, H., Xavier, D., Avezum, A., ... INTERSTROKE collaborators. (2018). Practice patterns and outcomes after stroke across countries at different economic levels (INTERSTROKE): an international observational study. *Lancet*, *391*(10134), 2019–2027. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30802-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30802-X)
- Lye, T. C., & Shores, E. A. (2000). Traumatic brain injury as a risk factor for Alzheimer's disease: a review. *Neuropsychology Review*, *10*(2), 115–129.
- Maruff, P., Thomas, E., Cysique, L., Brew, B., Collie, A., Snyder, P., & Pietrzak, R. H. (2009). Validity of the CogState Brief Battery: Relationship to Standardized Tests and Sensitivity to Cognitive Impairment in Mild Traumatic Brain Injury, Schizophrenia, and AIDS Dementia Complex. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *24*(2), 165–178. <https://doi.org/10.1093/arclin/acp010>
- Masel, B. E., Scheibel, R. S., Kimbark, T., & Kuna, S. T. (2001). Excessive daytime sleepiness in adults with brain injuries. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *82*(11), 1526–1532. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.26093>
- Mataix-Cols, D., & Bartrés-Faz, D. (2002). Is the use of the wooden and computerized versions of the Tower of Hanoi puzzle equivalent? *Applied Neuropsychology*, *9*(2), 117–120. https://doi.org/10.1207/S15324826AN0902_8
- Nakling, A. E., Aarsland, D., Næss, H., Wollschlaeger, D., Fladby, T., Hofstad, H., & Wehling, E. (2017). Cognitive Deficits in Chronic Stroke Patients: Neuropsychological Assessment, Depression, and Self-Reports. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra*, *7*(2), 283–296. <https://doi.org/10.1159/000478851>
- Nelson, L. D., LaRoche, A. A., Pfaller, A. Y., Lerner, E. B., Hammeke, T. A., Randolph, C., ... McCrea, M. A. (2016). Prospective, Head-to-Head Study of Three Computerized Neurocognitive Assessment Tools (CNTs): Reliability and Validity for the Assessment of Sport-Related Concussion. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *22*(1), 24–37. <https://doi.org/10.1017/S1355617715001101>
- Peeters, W., van den Brande, R., Polinder, S., Brazinova, A., Steyerberg, E. W., Lingsma, H. F., & Maas, A. I. R. (2015). Epidemiology of traumatic brain injury in Europe. *Acta Neurochirurgica*, *157*(10), 1683–1696. <https://doi.org/10.1007/s00701-015-2512-7>
- Rodrigues, J. de C., Machado, W. de L., da Fontoura, D. R., Almeida, A. G., Brondani, R., Martins, S. O., et al. (2018). What neuropsychological functions best discriminate performance in adults post-stroke? *Applied Neuropsychology: Adult*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/23279095.2018.1442334>
- Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M. V., Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2014). Challenges in software applications for the cognitive

- evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(88), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-88>
- Schatz, P., & Browndyke, J. (2002). Applications of computer-based neuropsychological assessment. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17(5), 395–410.
- Smeets, S. M. J., Vink, M., Ponds, R. W. H. M., Winkens, I., & van Heugten, C. M. (2017). Changes in impaired self-awareness after acquired brain injury in patients following intensive neuropsychological rehabilitation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(1), 116–132. <https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1077144>
- Stroke Association. (n.d.). Retrieved July 2, 2018, from <https://www.stroke.org.uk/>
- Tagliaferri, F., Compagnone, C., Korsic, M., Servadei, F., & Kraus, J. (2006). A systematic review of brain injury epidemiology in Europe. *Acta Neurochirurgica*, 148(3), 255–268; discussion 268. <https://doi.org/10.1007/s00701-005-0651-y>
- Teasell, R., Bayona, N., Marshall, S., Cullen, N., Bayley, M., Chundamala, J., et al. (2007). A systematic review of the rehabilitation of moderate to severe acquired brain injuries. *Brain Injury*, 21(2), 107–112. <https://doi.org/10.1080/02699050701201524>
- Van Den Heuvel, C., Thornton, E., & Vink, R. (2007). Traumatic brain injury and Alzheimer's disease: a review. In J. T. Weber & A. I. R. Maas (Eds.), *Progress in Brain Research* (Vol. 161, pp. 303–316). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)61021-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)61021-2)
- Vestri, A., Peruch, F., Marchi, S., Frare, M., Guerra, P., Pizzighello, S., et al. (2014). Individual and group treatment for patients with acquired brain injury in comprehensive rehabilitation. *Brain Injury*, 28(8), 1102–1108. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.910698>
- Wechsler. (1999). *WAIS-III: Escala de inteligencia de Wechsler para Adultos*. Madrid: TEA Ediciones.
- Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P. W., Emslie, H., & Evans, J. J. (1996). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- Woo, E. (2008). Computerized Neuropsychological Assessments. *CNS Spectrums*, 13(S16), 14–17. <https://doi.org/10.1017/S1092852900026985>
- Yuan, Q., Liu, H., Wu, X., Sun, Y., Yao, H., Zhou, L., & Hu, J. (2012). Characteristics of acute treatment costs of traumatic brain injury in Eastern China: a multi-centre prospective observational study. *Injury*, 43(12), 2094–2099. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2012.03.028>
- Zhou, J., Yu, J.-T., Wang, H.-F., Meng, X.-F., Tan, C.-C., Wang, J., et al. (2015). Association between Stroke and Alzheimer's Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Alzheimer's Disease*, 43(2), 479–489. <https://doi.org/10.3233/JAD-140666>

DISCUSIÓN GENERAL,
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS
FUTURAS

CAPÍTULO 13

DISCUSIÓN GENERAL, CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

CAPÍTULO 13. Discusión general, conclusiones y perspectivas futuras

13.1. Discusión general

El objetivo general de esta Tesis fue diseñar, crear y comprobar la eficacia de una plataforma computarizada de estimulación cognitiva. Este proyecto surgió con la intención de dar respuesta a dos necesidades de importancia en nuestra sociedad: en primer lugar, la prevención y el tratamiento del deterioro cognitivo en las personas mayores y, en segundo lugar, el fomento de recursos que permitan cubrir las dificultades que tienen los sistemas de salud para hacer frente a las demandas de este grupo poblacional.

La plataforma creada se llama VIRTRA-EL y los diversos estudios de esta Tesis han mostrado, por un lado, la eficacia de la plataforma para mejorar el rendimiento cognitivo de las personas mayores, y por otro lado, su validez para evaluar a personas mayores y con daño cerebral adquirido.

Factores que moderan la eficacia de la estimulación cognitiva computarizada

La industria del software para estimulación cognitiva mueve cifras anuales en torno a los 2 billones de dólares (Anderson, 2015). Esta proliferación a nivel mundial de programas de estimulación para mayores se está viendo acompañada, aunque lentamente, de estudios que con mayor o menor rigor científico, intentan determinar su eficacia. Sin embargo, aún es difícil concretar cuáles son los factores que intervienen en la eficacia de la estimulación cognitiva computarizada. Lampit, Valenzuela, y Gates (2015) concluyen, tras la más amplia revisión con meta-análisis realizada hasta el momento, que son pocas las certezas que se pueden extraer sobre los factores que se asocian con la eficacia de estos instrumentos de intervención por ordenador. Los autores nos indican tan sólo tres: que la intervención sea en formato grupal, que las sesiones tengan una duración superior a los 30 minutos y que se lleven a cabo con una frecuencia semanal entre una y tres veces. La falta de eficacia de muchos de los programas analizados en dicha revisión está relacionada con proporcionar “dosis” inferiores a las mínimamente efectivas o llevar a

cabo el entrenamiento en un formato individual en casa con un producto típicamente comercial (Lampit, Hallock, & Valenzuela, 2014; Lampit et al., 2015).

Los hallazgos de los estudios de esta Tesis podrían contribuir al necesario esfuerzo que se está realizando para conocer cuáles son los parámetros de la eficacia de la estimulación cognitiva computarizada. En primer lugar, los hallazgos del estudio 6 mostraron que la eficacia de las sesiones de 90 minutos, dedicando 30 de ellos a manejar Facebook, fue mayor que la de sesiones de 60 minutos. Por tanto, como parámetro de duración de las sesiones propondríamos que fuesen mucho más largas de los 30 minutos de mínimo que alertaban Lampit et al. (2015), llegando incluso a los 90 minutos, incluyendo descansos breves.

En segundo lugar, la combinación de la estimulación de VIRTRA-EL, que se basa en llevar a cabo entrenamiento con ejercicios cognitivos, con un programa de actividades para aprender el uso de Facebook, ha aumentado la eficacia del propio programa VIRTRA-EL. La recomendación que podríamos hacer basándonos en estos hallazgos sería incluir en los programas de estimulación tanto actividades de entrenamiento para mejorar la competencia, como actividades que supongan aprendizajes de competencias nuevas.

En tercer lugar, siguiendo con el estudio 6 de la Tesis, encontramos que las ganancias de las personas mayores en su rendimiento cognitivo disminuyen en los meses siguientes al finalizar la estimulación. Tres meses después de finalizar el entrenamiento, observamos que se mantenían las diferencias significativas respecto al momento de inicio para aspectos claves de la atención, la memoria y las funciones ejecutivas. Esta diferencia indica que, a pesar de que la gran mejoría cognitiva tiene lugar en el momento de terminar la estimulación, la bajada en el rendimiento que se produjo posteriormente durante el periodo de seguimiento no fue tan grande como para volver al estado cognitivo de inicio. Por este motivo, la recomendación irá dirigida a mantener la máxima eficacia también a largo plazo. Proponemos que la estimulación, como en muchas otras intervenciones psicológicas en personas que se encuentran en situación de riesgo de deterioro o patologías crónicas, tenga dos fases: una intensiva inicial y otra de mantenimiento menos intensiva.

En cuarto lugar, los hallazgos del estudio 3 indicaron que la eficacia de la estimulación cognitiva computarizada para mejorar el estado cognitivo es superior a la de un programa estándar, ambos en formato grupal. Como se ha mencionado, las recomendaciones basadas en otros estudios indican que la estimulación más eficaz es la

que se proporciona en grupos. Sin embargo, dado que las actividades específicas se llevan a cabo a través del ordenador, el terapeuta del grupo tiene margen para desarrollar más ampliamente competencias de su rol diferentes a las de preparar multitud de ejercicios, proponerlos, explicarlos y monitorizar la ejecución. Los autores alertan de la escasez de transferencia de las mejoras cognitivas a las actividades de la vida diaria (Chau & Osborne, 2017, p. 148; Valenzuela, 2008). Basándonos en los hallazgos de los estudios de esta Tesis podríamos proponer que el papel del profesional en los grupos de estimulación cognitiva computarizada, además de planificar y monitorizar la evolución de los usuarios a través de su perfil de terapeuta, tenga como uno de sus ejes centrales garantizar que se lleve a cabo la generalización o transferencia conductual a las actividades cotidianas de las mejoras alcanzadas a nivel puramente cognitivo. En VIRTRA-EL la transferencia se intenta fomentar a nivel del diseño y de las tareas implicadas en los propios ejercicios de la plataforma, algunos de ellos muy realistas en cuanto a las demandas y a los diseños de los escenarios en entornos 3D, como se ha visto en el estudio 5 de la Tesis (Rodríguez-Fórtiz et al., 2016). El estudio 4 (Hornos et al., 2018) muestra la facilidad para que VIRTRA-EL adapte los niveles de dificultad de una forma inteligente, junto con las opciones de individualización que ofrece el perfil para el profesional. Ambos son procesos tecnológicos que apoyan al terapeuta liberándolo para que pueda ejercer un énfasis especial en aplicar las recomendaciones recogidas en la literatura para que se produzca la tan deseada transferencia de las ganancias a la vida real (Green, Strobach, & Schubert, 2014). Para que el terapeuta de los grupos de estimulación cognitiva computarizada garantice la máxima eficacia, que incluye necesariamente la transferencia de las mejoras cognitivas a las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria, debería ser un profesional que incluya en su formación unos conocimientos de neuropsicología clínica y de terapia ocupacional suficientes para permitirle ejercer el rol que proponemos desde esta Tesis.

Adecuación y eficacia para personas sin experiencia en el manejo del ordenador o con déficit cognitivo

En el primer estudio de la tesis (Rute-Pérez, Santiago-Ramajo, Hurtado, Rodríguez-Fórtiz, & Caracuel, 2014) se ha mostrado que el diseño de VIRTRA-EL se realizó combinando los conocimientos de 2 grupos de investigación, por un lado, los ingenieros informáticos desarrolladores de la herramienta y por otro los neuropsicólogos

planificadores de las tareas. Las mejoras para abordar los aspectos deficientes actuales en los programas de estimulación cognitiva vendrán de la mano de una colaboración estrecha entre ambos tipos de profesionales (Chau & Osborne, 2017). El trabajo conjunto en esta Tesis ha dado como resultado una plataforma con las dos características básicas necesarias para su uso por personas mayores o con discapacidad. Por un lado, una usabilidad adecuada que facilita a las personas sin habilidades previas para el manejo del ordenador, o con déficits cognitivos leves y moderados (personas con daño cerebral adquirido, mayores con criterios de DCL), para utilizar VIRTRA-EL. Entre los participantes de los estudios hay mayores que cumplían criterios de DCL y que han podido trabajar de forma autónoma, ya que el rol de la psicóloga autora de la Tesis fue tan sólo de supervisión y apoyo. Esta submuestra de mayores con criterios de diagnóstico de DCL también ha mejorado más con VIRTRA-EL que con un programa de estimulación cognitiva estándar. La eficacia para personas con posible DCL ha sido encontrada por otros autores utilizando programas computarizados (Djabelkhir et al., 2017; Hyer et al., 2016; Mendoza, Del, Rioja, Gomez-Pilar, & Hornero, 2018), de modo que el beneficio de este tipo de estimulación no sólo es para los mayores que disfrutaban en un estado cognitivo medio, sino también para aquellos que tienen deterioro cognitivo y que pueden estar en un estadio intermedio hacia una demencia. Los cambios clínicos encontrados en la muestra de mayores con posible DCL han sido incluso de un tamaño mayor que los del resto de la muestra sin DCL, por lo que podríamos estar ante una herramienta de gran utilidad sociosanitaria.

Ejercicios basados en principios de la neurociencia

En el estudio número uno de la Tesis se indicó que en el diseño de las pruebas de evaluación y de los ejercicios de estimulación se tuvieron en cuenta paradigmas de la evaluación y principios de la rehabilitación neuropsicológica.

En cuanto a la validez de las pruebas para la evaluación, los promedios de correlación encontrados por otros estudios de validación de pruebas computarizadas (Fasfous et al., 2015) indican los índices de validez concurrente y divergente de VIRTRA-EL son iguales o superiores a los esperables en este campo, y por tanto adecuados para medir el estado cognitivo de personas mayores (estudio 1) y con daño cerebral adquirido (estudios 2). Este hallazgo supone una gran ventaja de cara a la caracterización de cómo es la evolución a lo largo del tiempo en estas dos poblaciones, y a la continuidad de la

intervención para las numerosas personas en situación de pérdida paulatina de capacidades cognitivas o de cronicidad.

La evaluación también podría jugar un papel decisivo de cara a los potenciales tratamientos farmacológicos para frenar la enfermedad de Alzheimer. Según un informe reciente de la Corporación RAND (Hlavka, Mattke, & Liu, 2018), se estima que en los próximos años estará disponible un fármaco que revolucionará la intervención en la enfermedad de Alzheimer actuando como tratamiento de bloqueo de la enfermedad en su fase precoz. Alrededor de 7.1 millones de pacientes con riesgo de desarrollar la enfermedad demandaran un diagnóstico para detectar de forma temprana los síntomas de deterioro cognitivo y poder beneficiarse a tiempo del tratamiento. Se estima que de todos ellos, 2.3 millones podrían ser candidatos al tratamiento precoz. No obstante, la falta actual de especialistas cualificados e instalaciones necesarias para cubrir tal demanda, impedirá que más de un millón de ellos acceda al fármaco a tiempo de beneficiarse. Dados los resultados obtenidos en el primer estudio de la tesis, el módulo de evaluación de VIRTRA-EL podría convertirse en un innovador sistema de diagnóstico de uso masivo y generalizado para la detección precoz de los síntomas de deterioro cognitivo.

En el estudio 4 (Hornos et al., 2018) se inició la investigación del funcionamiento de los ejercicios y de su mejora incluyendo opciones de individualización. El primero de los ejercicios investigados y cuya descripción se incluye en la Tesis, es el de Clasificación y Memorización de Imágenes. Los resultados con una muestra de 175 mayores indicaron que las personas progresan en su rendimiento a lo largo del propio entrenamiento. Este hallazgo es un indicio de que el ejercicio está lo suficientemente bien fundamentado y diseñado como para que las personas progresen en su ejecución. La inclusión de opciones de personalización permitirá que se lleven a cabo nuevos estudios para determinar si la exposición a imágenes seleccionadas por el usuario o el terapeuta, junto con el sistema de ajuste inteligente al rendimiento de la personas, puede contribuir a la mejora de la eficacia.

13.2. Conclusiones

De los resultados obtenidos en los seis estudios que componen esta Tesis se derivan las siguientes conclusiones:

1. VIRTRAEL es una plataforma de estimulación cognitiva usable por personas mayores y con daño cerebral adquirido.
2. Las pruebas de evaluación del módulo de VIRTRA-EL son válidas para evaluar componentes fundamentales de las funciones cognitivas de atención, memoria verbal y de trabajo, razonamiento y planificación en personas mayores y con daño cerebral adquirido.
3. VIRTRA-EL tiene una eficacia superior a un programa de estimulación cognitiva estándar para mejorar la memoria verbal, la memoria de trabajo y la planificación de las personas mayores.
4. El módulo de estimulación de VIRTRA-EL consta de ejercicios cuyas características fomentan el progreso de los usuarios a lo largo de las sesiones en las que los realizan, y permiten la incorporación de sistemas que mejoran la adaptación automática del ejercicio al rendimiento del usuario y la personalización por parte del terapeuta.
5. Añadir un programa de aprendizaje y uso de una red social digital (Facebook) al entrenamiento con VIRTRA-EL aumenta su eficacia en aprendizaje y memoria y en razonamiento abstracto, pero ese incremento de la eficacia no se mantiene a largo plazo.
6. Las pruebas de evaluación de VIRTRA-EL son válidas para evaluar el estado cognitivo de las personas con daño cerebral adquirido que se encuentran en fase crónica.

En resumen, a lo largo de esta Tesis se ha creado la plataforma de uso gratuito VIRTRA-EL y se ha demostrado que es válida para evaluar el funcionamiento cognitivo de dos tipos de poblaciones y eficaz para mejorar algunas funciones cognitivas en personas mayores.

13.3. Perspectivas futuras

Los hallazgos encontrados a lo largo de los estudios de esta Tesis nos permiten generar nuevas preguntas y posibilidades de investigación que podrían ser de interés e importancia para estudios futuros. Entre todas ellas, se pueden destacar las siguientes:

1. Determinar la eficacia de la plataforma para mejorar el estado cognitivo de personas con daño cerebral y de otras poblaciones.
2. Incluir aspectos emocionales y sociales en la plataforma y determinar su influencia en la eficacia para mejorar la cognición.
3. Incluir en VIRTRA-EL estrategias para garantizar la transferencia a las actividades de la vida cotidiana y cómo medirla.
4. Determinar otros parámetros de la eficacia de la estimulación cognitiva computarizada, y poder ofrecer información precisa sobre ellos.

GENERAL DISCUSSION,
CONCLUSIONS AND FUTURE
PERSPECTIVES

CHAPTER 14

GENERAL DISCUSSION, CONCLUSIONS AND FUTURE PERSPECTIVES

CHAPTER 14. General discussion, conclusions and future perspectives

14.1. General discussion

The general objective of this Thesis was to design, create and verify the effectiveness of a computerized platform for cognitive stimulation. This project emerged with the intention of responding to two important needs in our society: first, the prevention and treatment of cognitive impairment in the elderly and, secondly, the promotion of resources to cover the difficulties that health systems have to face in the demands of this population.

The web-based platform is called VIRTRA-EL. The studies of this Thesis have shown, on the one hand, the effectiveness of the platform in improving the cognitive performance of the elderly, and on the other hand, its validity in the evaluation of older people and people with acquired brain damage.

Factors that moderate the effectiveness of computerized cognitive stimulation

The industry of software for cognitive stimulation moves annual figures of around 2 trillion dollars (Anderson, 2015). This worldwide proliferation of stimulation programs for the elderly is being accompanied, albeit slowly, by studies that, with greater or less scientific rigor, try to determine its effectiveness. However, it is still difficult to specify what factors intervene in the effectiveness of computerized cognitive stimulation. Lampit, Valenzuela, and Gates (2015) conclude, in the most extensive review with meta-analysis carried out so far, that there are few certainties that can be made about the factors associated with the effectiveness of these computer intervention instruments. The authors tell us only three factors are effective: intervention in a group format, sessions lasting more than 30 minutes, and sessions carried out with a weekly frequency between one and three times. Lack of efficacy of many of the programs in that review is related to providing "underdoses" or carry out training in an individual format at home with a typically commercial product (Lampit, Hallock, & Valenzuela, 2014; Lampit et al., 2015).

Findings of the studies of this Thesis could contribute to the necessary effort that is being made in order to understand the parameters of the effectiveness of the computerized cognitive stimulation. First, the findings of study 6 showed that the effectiveness of the 90-minute sessions, 30 of them spent managing Facebook, was greater than that of 60-minute sessions. Therefore, as a parameter of duration of the sessions, we would propose that they be much longer than the minimum of 30 minutes found by Lampit et al. (2015), reaching even 90 minutes, including some short breaks.

Secondly, the combination of VIRTRA-EL stimulation -based on carrying out training with cognitive exercises, with a program of activities to learn the use of Facebook, has increased the effectiveness of the VIRTRA-EL program itself. The recommendation that we could make based on these findings would be to include both, training activities to improve competence, and activities that involve learning new skills in the stimulation programs.

In the third place, following with the study 6 of the Thesis, we find that the gains of the elderly in their cognitive performance decrease in the months following the end of the stimulation. Three months after finishing the training, we observed that the significant differences with respect to the start time for key aspects of attention, memory and executive functions were maintained. This difference indicates that, although great cognitive improvement takes place at the moment of finishing the stimulation, the drop in performance that occurred later during the follow-up period was not significant enough to return to the cognitive state of onset. For this reason, the recommendation will be aimed at maintaining maximum effectiveness also in the long term. We propose that stimulation, as in many other psychological interventions in people who are at risk of deterioration or chronic pathologies, have two phases: an initial intensive and a less intensive maintenance.

Fourth, the findings of study 3 indicated that the effectiveness of computerized cognitive stimulation to improve cognitive status is superior to a standard program, both in a group format. As mentioned, recommendations based on other studies indicate that the most effective stimulation is that which is provided in groups. However, given that the specific activities are carried out on the computer, the therapist has room to develop competences more widely than those of preparing a multitude of exercises, proposing them, explaining them and monitoring their execution. The authors warn about the difficulty in transferring cognitive improvements to the activities of daily life (Chau & Osborne, 2017, page 148, Valenzuela, 2008). Based on the findings of the studies of this

thesis, we could propose that the role of the professional in the groups of computerized cognitive stimulation has one of its central axes to ensure generalization or behavioral transfer to the daily activities of cognitive improvements. This new role run, in addition, to planning and monitoring the evolution of users through their therapist profile. In VIRTRA-EL the transfer is intended to be promoted at the level of the design and the tasks involved in the platform's exercises. Some exercises are very realistic in terms of the demands and designs of the scenarios in 3D environments, as we have seen in study 5 of the Thesis (Rodríguez-Fórtiz et al., 2016). Study 4 (Hornos et al., 2018) shows that VIRTRA-EL adapts level of difficulty in an intelligent way, together with the options of individualization offered by the profile for professionals. Both are technological processes that support the therapist. Then, he/she can exercise a special emphasis in applying the recommendations collected in literature to produce the much desired transfer of profits to real life (Green, Strobach, & Schubert, 2014). The therapist's profile of the computerized cognitive stimulation groups to ensure maximum effectiveness, which necessarily includes the transfer of cognitive improvements to the basic and instrumental activities of daily life, should therefore include in their training the knowledge of clinical neuropsychology and of occupational therapy that allows to exercise the role that we propose from this Thesis.

For the maximum efficiency in groups of computerized cognitive stimulation -which necessarily includes the transfer of cognitive improvements to the basic and instrumental activities of daily life-, the therapist should be a professional with training in clinical neuropsychology and occupational therapy, to allow him/her to exercise the role we propose from this Thesis

Adequacy and effectiveness for people without experience in computer management or cognitive deficit

In the first study of the thesis (Rute-Pérez, Santiago-Ramajo, Hurtado, Rodríguez-Fórtiz, & Caracuel, 2014), it has been shown that the design of VIRTRA-EL was carried out by combining the knowledge of 2 research groups: on the one hand, computer engineers who developed the tool and, on the other hand, neuropsychologists who plan the tasks. Improvements to address the current deficient aspects in cognitive stimulation programs will come hand in hand with a close collaboration between both types of professionals (Chau & Osborne, 2017). The joint work in this Thesis has resulted in a

platform with the two basic characteristics elderly or disabled people need to use it. On the one hand, an adequate usability that facilitates people without previous skills for computer management, or with mild and moderate cognitive deficits (people with acquired brain damage, older with MCI criteria), to use VIRTRA-EL. Among participants in the studies, there were older people who met the MCI criteria and who were able to work autonomously, since the role of the psychologist who authored the thesis was present only for supervision and support. This sub-sample of elders with diagnostic criteria for MCI has also improved with VIRTRA-EL more than those with a standard cognitive stimulation program.

Effectiveness of computer programs for people with possible MCI has been found by others (Djabelkhir et al., 2017, Hyer et al., 2016, Mendoza, Del, Rioja, Gomez-Pilar, & Hornero, 2018), so that benefit of this type of stimulation is not only for the elderly who enjoy an average cognitive state, but also for those who have cognitive impairment, and who may be in an intermediate stage towards dementia. The clinical changes found in the sample of elderly people with possible MCI were larger than those of the rest of the sample without MCI, so we could be facing a tool of great socio-health utility.

Exercises based on principles of neuroscience

In the first study, the design of the tests and the stimulation exercises, evaluation paradigms and principles of neuropsychological rehabilitation were taken into account.

Regarding the validity of the tests for evaluation, correlation averages found by other studies about computerized test validation (Fasfous et al., 2015) indicate that the concurrent and divergent validity indices of VIRTRA-EL are equal to or greater than those expected in this field. Therefore it is adequate to measure the cognitive status of elderly people (study 1) and people with acquired brain damage (studies 2). This finding is a great advantage in terms of the characterization of the evolution over time of these two populations, and the continuity of the intervention for many people in a situation of gradual loss of cognitive abilities or chronicity.

The evaluation could also play a decisive role in the face of potential pharmacological treatments to stop Alzheimer's disease. According to a recent report by the RAND Corporation (Hlavka, Mattke, & Liu, 2018), it is estimated that a drug will be available in the coming years that will revolutionize the intervention in Alzheimer's disease, acting as a treatment to block the disease in its phase early. Around 7.1 million patients at risk for

developing the disease will require a diagnosis to detect early cognitive deterioration symptoms and be able to benefit from treatment. It is estimated that of all of them, 2.3 million could be candidates for early treatment. However, the current lack of qualified specialists and facilities necessary to cover such a demand prevents more than one million of them from accessing the drug in time to benefit. Given the results obtained in the first study of the thesis, the evaluation module of VIRTRA-EL could become an innovative diagnostic system of widespread of massive and generalized use for the early detection of the symptoms of cognitive deterioration.

In the study 4 (Hornos et al., 2018), the investigation of the operation of the exercises and their improvement including individualization options was initiated. The first of the exercises investigated and whose description is included in the Thesis, is the Classification and Memorization of Images. The results with a sample of 175 elderly indicated that participants progress in their performance throughout their training. This finding is an indication that the exercise is sufficiently well-founded and designed for people to improve along their execution. The inclusion of personalization options will allow new studies to be carried out to determine whether exposure to images selected by the user or the therapist, together with the intelligent adjustment system to people's performance, can contribute to the improvement of efficacy.

14.2. Conclusions.

The following conclusions are derived from the results in the six studies that make up this Thesis:

1. VIRTRAEL is a cognitive stimulation platform that can be used by elderly people with acquired brain damage.
2. Assessment tests of the VIRTRA-EL module are valid to evaluate fundamental components of the cognitive functions of attention, verbal and working memory, reasoning and planning in the elderly and people with acquired brain damage.
3. VIRTRA-EL is superior to a standard cognitive stimulation program to improve verbal memory, working memory and planning for the elderly.
4. Cognitive stimulation module of VIRTRA-EL consists of exercises whose characteristics promote the progress of the users throughout the sessions in which they are performed, and allow the incorporation of systems that improve

the automatic adaptation of the exercise to the user's performance and personalization of exercises by the therapist.

5. Adding a program of learning and the use of a digital social network (Facebook) in the training with VIRTRA-EL increases its efficiency in learning, memory and abstract reasoning, but this improvement in effectiveness is not maintained in the long term.

In summary, throughout this Thesis, the platform for free use of VIRTRA-EL has been created and has been shown to be valid for evaluating the cognitive functioning of two types of populations, and is effective in improving some cognitive functions in older people.

14.3 Future perspectives.

The findings found throughout the studies of this Thesis allow us to generate new questions and research possibilities that could be of interest and importance for future studies. Among all of them, the following can be highlighted:

1. Determine the effectiveness of the platform to improve the cognitive status of people with brain damage and other populations.
2. Include emotional and social aspects in the platform and determine its influence on the effectiveness in improving cognition.
3. Include some strategies in VIRTRA-EL to guarantee the transfer to activities of daily life, and how to measure this transference.
4. Determine other parameters of the effectiveness of computerized cognitive stimulation, and be able to offer accurate information about them.

REFERENCIAS

REFERENCIAS

- Adachi, H., Shinagawa, S., Komori, K., Toyota, Y., Mori, T., Matsumoto, T., et al. (2013). Comparison of the utility of everyday memory test and the alzheimer's disease assessment scale-cognitive part for evaluation of mild cognitive impairment and very mild Alzheimer's disease. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 67(3), 148–153. <https://doi.org/10.1111/pcn.12034>
- Ahmed, S., de Jager, C., & Wilcock, G. (2012). A comparison of screening tools for the assessment of Mild Cognitive Impairment: Preliminary findings. *Neurocase*, 18(4), 336–351. <https://doi.org/10.1080/13554794.2011.608365>
- Alagiakrishnan, K., Mah, D., Dyck, J. R. B., Senthilselvan, A., & Ezekowitz, J. (2017). Comparison of two commonly used clinical cognitive screening tests to diagnose mild cognitive impairment in heart failure with the golden standard European Consortium Criteria. *International Journal of Cardiology*, 228, 558–562. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.11.193>
- Amonn, F., Frölich, J., Breuer, D., Banaschewski, T., & Doepfner, M. (2013). Evaluation of a computer-based neuropsychological training in children with attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *NeuroRehabilitation*, 32(3), 555–562. <https://doi.org/10.3233/NRE-130877>
- Anderson, M. (2015, October 29). American Demographics of Digital Device Ownership. Retrieved October 2, 2018, from <http://www.pewinternet.org/2015/10/29/the-demographics-of-device-ownership/>
- Apostolo, J., Holland, C., O'Connell, M. D. L., Feeney, J., Tabares-Seisdedos, R., Tadros, G., ... Cano, A. (2016). Mild cognitive decline. A position statement of the Cognitive Decline Group of the European Innovation Partnership for Active and Healthy Ageing (EIPAHA). *Maturitas*, 83, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2015.10.008>
- Arrieux, J. P., Cole, W. R., & Ahrens, A. P. (2017). A review of the validity of computerized neurocognitive assessment tools in mild traumatic brain injury assessment. *Concussion*, 2(1), CNC31. <https://doi.org/10.2217/cnc-2016-0021>
- Aslam, R. W., Bates, V., Dundar, Y., Hounscome, J., Richardson, M., Krishan, A., et al. (2017). A systematic review of the diagnostic accuracy of automated tests for cognitive impairment. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 33(4), 561–575. <https://doi.org/10.1002/gps.4852>
- Balietti, M., Giuli, C., Fattoretti, P., Fabbietti, P., Postacchini, D., & Conti, F. (2016). Cognitive Stimulation Modulates Platelet Total Phospholipases A 2 Activity in Subjects with Mild Cognitive Impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 50(4), 957–962. <https://doi.org/10.3233/JAD-150714>
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., ... Group, for the A. S. (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., Prieto, A., Mayas, J., Toril, P., Pita, C., Ponce de León, L., et al. (2014). Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00277>
- Baquero, M., Blasco, R., Campos-García, A., Garcés, M., M Fages, E., & Andreu-Català, M. (2004). Estudio descriptivo de los trastornos conductuales en el deterioro cognitivo leve. *Revista de Neurología*, 38(4), 323-326
- Barban, F., Mancini, M., Cercignani, M., Adriano, F., Perri, R., Annicchiarico, R., et al. (2017). A pilot study on brain plasticity of functional connectivity modulated by cognitive training in mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Brain Sciences*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/brainsci7050050>
- Bartók, E., Berecz, R., Glaub, T., & Degrell, I. (2005). Cognitive functions in prepsychotic patients. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 29(4), 621–625. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2005.01.008>
- Bausela Herreras, E. (2008). Evaluación neuropsicológica en población adulta; instrumentos de evaluación. *Cuadernos de Neuropsicología*, 2(2), 136–149.
- Belleville, S. (2008). Cognitive training for persons with mild cognitive impairment. *International Psychogeriatrics*, 20(1), 57–66. <https://doi.org/10.1017/S104161020700631X>
- Bermejo-Pareja, F., Contador, I., Trincado, R., Lora, D., Sánchez-Ferro, Á., Mitchell, A. J., et al. (2016). Prognostic Significance of Mild Cognitive Impairment Subtypes for Dementia and Mortality: Data from the NEDICES Cohort. *Journal of Alzheimer's Disease*, 50(3), 719–731. <https://doi.org/10.3233/JAD-150625>
- Bharath, S., Sadanand, S., Kumar, K. J., Balachandar, R., Joshi, H., & Varghese, M. (2017). Clinical and neuropsychological profile of persons with mild cognitive impairment, a hospital based study from a lower and middle income country. *Asian Journal of Psychiatry*, 30, 185–189. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2017.10.007>
- Bherer, L. (2015). Cognitive plasticity in older adults: Effects of cognitive training and physical exercise. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 1–6. <https://doi.org/10.1111/nyas.12682>
- Black, B. S., Johnston, D., Rabins, P. V., Morrison, A., Lyketsos, C., & Samus, Q. M. (2013). Unmet needs of community-residing persons with dementia and their informal caregivers: findings from the maximizing independence at home study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(12), 2087–2095.
- Blesa, R., Pujol, M., Aguilar, M., Santacruz, P., Bertran-Serra, I., Hernández, G., ... NORMACODEM Group. NORMALisation of Cognitive and Functional Instruments for DEMentia. (2001). Clinical validity of the “mini-mental state” for Spanish speaking communities. *Neuropsychologia*, 39(11), 1150–1157.
- Bobadilla, R. F. de, Escudero, G., Pérez, J. P., Cortés, A., Rodríguez, E. M., Salgado, M. V., et al. (2015). Validación de la versión española del test Addenbrooke's

Cognitive Examination III para el diagnóstico de demencia. *Neurología: Publicación oficial de la Sociedad Española de Neurología*, 30(9), 545–551.

- Bolló-Gasol, S., Piñol-Ripoll, G., Cejudo-Bolivar, J. C., Llorente-Vizcaino, A., & Peraita-Adrados, H. (2014). Evaluación ecológica en el deterioro cognitivo leve y enfermedad de Alzheimer mediante el Rivermead Behavioural Memory Test. *Neurología*, 29(6), 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.07.004>
- Borson, S., Scanlan, J., Brush, M., Vitaliano, P., & Dokmak, A. (2000). The mini-cog: a cognitive “vital signs” measure for dementia screening in multi-lingual elderly. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(11), 1021–1027.
- Brandt, J. (1991). The hopkins verbal learning test: Development of a new memory test with six equivalent forms. *Clinical Neuropsychologist*, 5(2), 125–142. <https://doi.org/10.1080/13854049108403297>
- Brehmer, Y., Rieckmann, A., Bellander, M., Westerberg, H., Fischer, H., & Bäckman, L. (2011). Neural correlates of training-related working-memory gains in old age. *NeuroImage*, 58(4), 1110–1120. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.06.079>
- Brodsky, H., & Moore, C. M. (1997). The Clock Drawing Test for Dementia of the Alzheimer's Type: A Comparison of Three Scoring Methods in a Memory Disorders Clinic. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 12(6), 619–627. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1166\(199706\)12:6<619::AID-GPS554>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1166(199706)12:6<619::AID-GPS554>3.0.CO;2-H)
- Broglio, S. P., Macciocchi, S. N., & Ferrara, M. S. (2007). Sensitivity of the concussion assessment battery. *Neurosurgery*, 60(6), 1050–1057; discussion 1057-1058. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000255479.90999.C0>
- Brown, J., Pengas, G., Dawson, K., Brown, L. A., & Clatworthy, P. (2009). Self administered cognitive screening test (TYM) for detection of Alzheimer's disease: cross sectional study. *BMJ*, 338, b2030.
- Bruno, D., Slachevsky, A., Fiorentino, N., Rueda, D. S., Bruno, G., Tagle, A. R., et al. (2017). Validación argentino-chilena de la versión en español del test Addenbrooke's Cognitive Examination III para el diagnóstico de demencia. *Neurología*, S0213-4853(17)30250. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2017.06.004>
- 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>
- Buitenweg, J. I. V., Ven, V. D., M, R., Prinssen, S., Murre, J. M. J., & Ridderinkhof, K. R. (2017). Cognitive Flexibility Training: A Large-Scale Multimodal Adaptive Active-Control Intervention Study in Healthy Older Adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00529>
- Buschke, H., Kuslansky, G., Katz, M., Stewart, W. F., Sliwinski, M. J., Eckholdt, H. M., & Lipton, R. B. (1999). Screening for dementia with the memory impairment screen. *Neurology*, 52(2), 231–238.

- Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M., Hutchison, S., Perrig-Chiello, P., Däpp, C., Müller, M., ... Perrig, W. J. (2008). Impact of Working Memory Training on Memory Performance in Old-Old Adults. *Psychology and Aging, 23*(4), 743–753. <https://doi.org/10.1037/a0014342>
- Butcher, J. N. (2003). Computerized Psychological Assessment. In *Handbook of Psychology* (pp. 141–163). American Cancer Society. <https://doi.org/10.1002/0471264385.wei1007>
- Cacho, J., Benito-León, J., García-García, R., Fernández-Calvo, B., Vicente-Villardón, J. L., & Mitchell, A. J. (2010). Does the combination of the MMSE and clock drawing test (mini-clock) improve the detection of mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment? *Journal of Alzheimer's Disease, 22*(3), 889–896. <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-101182>
- Camacho, M. C. G., & Fanjul, A. P. (2014). Estimación del coste para las familias de la enfermedad de alzheimer y otras demencias. *Humanismo y Trabajo Social, 12*, 14.
- Campos, J. A. A. (2013). *Escala de inteligencia de Wechsler para adultos-IV (WAIS-IV)*, 22.
- Canevelli, M., Grande, G., Lacorte, E., Quarchioni, E., Cesari, M., Mariani, C., et al. (2016). Spontaneous Reversion of Mild Cognitive Impairment to Normal Cognition: A Systematic Review of Literature and Meta-Analysis. *Journal of the American Medical Directors Association, 17*(10), 943–948. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.06.020>
- Canini, M., Battista, P., Rosa, D., Anthony, P., Catricalà, E., Salvatore, C., et al. (2014). Computerized Neuropsychological Assessment in Aging: Testing Efficacy and Clinical Ecology of Different Interfaces. *Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2014*: 804723 <https://doi.org/10.1155/2014/804723>
- Carnero, C, M., MT. (2004). *El Test de las fotos*. *Revista de Neurología, 39*(9), 801-806.
- Carnero-Pardo, C, Lendínez-González, A., & Navarro-González, E. (1999). Test de las Monedas. *Revista de Neurología, 29*(9), 801-804.
- Carnero-Pardo, Cristóbal, Cruz-Orduña, I., Espejo-Martínez, B., Martos-Aparicio, C., López-Alcalde, S., & Olazarán, J. (2013). Utility of the mini-cog for detection of cognitive impairment in primary care: data from two spanish studies. *International Journal of Alzheimer's Disease, 2013*. <https://doi.org/10.1155/2013/285462>
- Carnero-Pardo, Cristobal, Espejo-Martinez, B., Lopez-Alcalde, S., Espinosa-Garcia, M., Saez-Zea, C., Vilchez-Carrillo, R., et al. (2011). Effectiveness and costs of phototest in dementia and cognitive impairment screening. *BMC Neurology, 11*, 92. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-11-92>
- Carnero-Pardo, Cristóbal, & T Montoro-Ríos, M. (2004). Preliminary evaluation of a new screening test for dementia (Eurotest). *Revista de Neurología, 38*, 201–209.
- Castellanos-Pinedo, F., Cid-Gala, M., Duque, P., Ramírez-Moreno, J. M., & Zurdo-Hernández, J. M. (2012). Daño cerebral sobrevenido: propuesta de definición, criterios diagnósticos y clasificación. *Revista de Neurología, 11*.

- Castro, D. M., Dillon, C., Machnicki, G., & Allegri, R. F. (2010). The economic cost of Alzheimer's disease: Family or public health burden? *Dementia & Neuropsychologia*, 4(4), 262–267. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642010DN40400003>
- Cecato, J. F., Martinelli, J. E., Izbicki, R., Yassuda, M. S., & Aprahamian, I. (2016). A subtest analysis of the Montreal cognitive assessment (MoCA): which subtests can best discriminate between healthy controls, mild cognitive impairment and Alzheimer's disease? *International Psychogeriatrics*, 28(5), 825–832. <https://doi.org/10.1017/S1041610215001982>
- César, K. G., Yassuda, M. S., Porto, F. H. G., Brucki, S. M. D., & Nitrini, R. (2017). Addenbrooke's cognitive examination-revised: normative and accuracy data for seniors with heterogeneous educational level in Brazil. *International Psychogeriatrics*, 29(8), 1345-1353. <https://doi.org/10.1017/S1041610217000734>
- Cha, Y.-J., & Kim, H. (2013). Effect of computer-based cognitive rehabilitation (CBCR) for people with stroke: a systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*, 32(2), 359–368. <https://doi.org/10.3233/NRE-130856>
- Chau, D., & Osborne, T. (2017). *Using Technology to Improve Care of Older Adults*. New York: Springer Publishing Company.
- Chen, C., Hu, Z., & Jiang, Z. (2018). Prevalence of Anxiety in Patients With Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 236, 211-221. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.04.110>
- 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>
- Cole, W. R., Arrieux, J. P., Schwab, K., Ivins, B. J., Qashu, F. M., & Lewis, S. C. (2013). Test–Retest Reliability of Four Computerized Neurocognitive Assessment Tools in an Active Duty Military Population. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 28(7), 732–742. <https://doi.org/10.1093/arclin/act040>
- Collie, A., Makdissi, M., Maruff, P., Bennell, K., & McCrory, P. (2006). Cognition in the days following concussion: comparison of symptomatic versus asymptomatic athletes. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 77(2), 241–245. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2005.073155>
- Conroy, R. M., Golden, J., Jeffares, I., O'Neill, D., & McGee, H. (2010). Boredom-proneness, loneliness, social engagement and depression and their association with cognitive function in older people: a population study. *Psychology, Health & Medicine*, 15(4), 463–473. <https://doi.org/10.1080/13548506.2010.487103>
- Corrigan, J. D., & Hammond, F. M. (2013). Traumatic Brain Injury as a Chronic Health Condition. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(6), 1199–1201. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.01.023>
- Critchley, M. (1953). *The Parietal Lobes*. Hafner Press. Retrieved from <https://www.abebooks.co.uk/book-search/title/the-parietal-lobes/author/critchley-macdonald/>

- Crook, T. H., & Larrabee, G. J. (1991). Diagnosis, assessment and treatment of age-associated memory impairment. In *Age-associated Neurological Diseases* (pp. 1–6). Springer, Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-9135-4_1
- Crook, T. H., Larrabee, G. J., & Youngjohn, J. R. (1990). Diagnosis and assessment of age-associated memory impairment. *Clinical Neuropharmacology*, *13 Suppl 3*, S81-91.
- Custodio, N., Lira, D., Herrera-Perez, 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*, 278. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00278>
- Custodio, N., Lira, D., Herrera-Perez, E., Nuñez del Prado, L., Parodi, J., Guevara-Silva, E., ... Cortijo, P. (2014). The Memory Alteration Test Discriminates between Cognitively Healthy Status, Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders EXTRA*, *4(2)*, 314–321. <https://doi.org/10.1159/000365280>
- Damian, A. M., Jacobson, S. A., Hentz, J. G., Belden, C. M., Shill, H. A., Sabbagh, M. N., ... Adler, C. H. (2011). The Montreal Cognitive Assessment and the Mini-Mental State Examination as Screening Instruments for Cognitive Impairment: Item Analyses and Threshold Scores. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *31(2)*, 126–131. <https://doi.org/10.1159/000323867>
- de Goumoëns, V., Didier, A., Mabire, C., Shaha, M., & Diserens, K. (2018). Families' Needs of Patients With Acquired Brain Injury: Acute Phase and Rehabilitation. *Rehabilitation Nursing*, *1*. <https://doi.org/10.1097/rnj.0000000000000122>
- de Guise, E., Alturki, A. Y., LeBlanc, J., Champoux, M.-C., Couturier, C., Lamoureux, J., et al. (2014). The Montreal Cognitive Assessment in persons with traumatic brain injury. *Applied Neuropsychology: Adult*, *21(2)*, 128–135. <https://doi.org/10.1080/09084282.2013.778260>
- de Jager, C. A., Schrijnemaekers, A.-C. M. C., Honey, T. E. M., & Budge, M. M. (2009). Detection of MCI in the clinic: evaluation of the sensitivity and specificity of a computerised test battery, the Hopkins Verbal Learning Test and the MMSE. *Age and Ageing*, *38(4)*, 455–460. <https://doi.org/10.1093/ageing/afp068>
- De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J.-A., Proffitt, T. M., Mahony, K., & Pantelis, C. (2003). Normative data from the CANTAB. I: development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25(2)*, 242–254. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.2.242.13639>
- De Yébenes, M. J. G., Otero, A., Zunzunegui, M. V., Rodríguez-Laso, A., Sánchez-Sánchez, F., & Del Ser, T. (2003). Validation of a short cognitive tool for the screening of dementia in elderly people with low educational level. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *18(10)*, 925–936. <https://doi.org/10.1002/gps.947>
- DeBaillie, A. M. (2014). *The Effects of Traumatic Brain Injury on Families*, 46.

- Delgado, C., Araneda, A., & Behrens, M. I. (2017). Validación del instrumento Montreal Cognitive Assessment en español en adultos mayores de 60 años. *Neurología, In press*. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2017.01.013>
- Delgado Derio, C., Guerrero Bonnet, S., Troncoso Ponce, M., Araneda Yañez, A., Slachevsky Chonchol, A., & Behrens Pellegrino, M. I. (2013). Memoria, fluidez y orientación: prueba de cribado de deterioro cognitivo en 5 minutos. *Neurología*, 28(7), 400–407. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2012.10.001>
- Delgado Parada, E., Suárez Álvarez, Ó., de Dios del Valle, R., Valdespino Páez, I., Sousa Ávila, Y., & Braña Fernández, G. (2014). Características y factores relacionados con sobrecarga en una muestra de cuidadores principales de pacientes ancianos con demencia. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 40 (2), 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2013.04.006>
- Djabelkhir, L., Wu, Y. H., Vidal, J. S., Cristancho-Lacroix, V., Marlats, F., Lenoir, H., et al. (2017). Computerized cognitive stimulation and engagement programs in older adults with mild cognitive impairment: Comparing feasibility, acceptability, and cognitive and psychosocial effects. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 1967–1975. <https://doi.org/10.2147/CIA.S145769>
- Doniger, G. M., Jo, M.-Y., Simon, E. S., & Crystal, H. A. (2009). Computerized cognitive assessment of mild cognitive impairment in urban African Americans. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 24(5), 396–403. <https://doi.org/10.1177/1533317509342982>
- Doser, K., Poulsen, I., Wuensch, A., & Norup, A. (2018). Psychological outcome after severe traumatic brain injury in adolescents and young adults: The chronic phase. *Brain Injury*, 32(1), 64–71. <https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1363408>
- Dougherty, J. H., Cannon, R. L., Nicholas, C. R., Hall, L., Hare, F., Carr, E., et al. (2010). The computerized self test (CST): an interactive, internet accessible cognitive screening test for dementia. *Journal of Alzheimer's Disease: JAD*, 20(1), 185–195. <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-1354>
- Dwolatzky, T. (2011). The mindstreams computerized assessment battery for cognitive impairment and dementia (p. 1). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2141622.2141681>
- Dwolatzky, T., Whitehead, V., Doniger, G. M., Simon, E. S., Schweiger, A., Jaffe, D., & Chertkow, H. (2003). Validity of a novel computerized cognitive battery for mild cognitive impairment. *BMC Geriatrics*, 3, 4. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-3-4>
- Égerházi, A., Berecz, R., Bartók, E., & Degrell, I. (2007). Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) in mild cognitive impairment and in Alzheimer's disease. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 31(3), 746–751. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2007.01.011>
- Elamin, M., Holloway, G., Bak, T. H., & Pal, S. (2016). The Utility of the Addenbrooke's Cognitive Examination Version Three in Early-Onset Dementia. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 41(1–2), 9–15. <https://doi.org/10.1159/000439248>

- Elhan, A. H., Kutlay, S., Küçükdeveci, A. A., Cotuk, C., Oztürk, G., Tesio, L., & Tennant, A. (2005). Psychometric properties of the Mini-Mental State Examination in patients with acquired brain injury in Turkey. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(5), 306–311. <https://doi.org/10.1080/16501970510037573>
- Elliot, A. J., Mooney, C. J., Douthit, K. Z., & Lynch, M. F. (2014). Predictors of older adults' technology use and its relationship to depressive symptoms and well-being. *Journals of Gerontology - Series B Psychological Sciences and Social Sciences*, 69(5), 667–677. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbt109>
- Elwood, R. W. (2001). MicroCog: Assessment of Cognitive Functioning, 12.
- Engvig, A., Fjell, A. M., Westlye, L. T., Moberget, T., Sundseth, Ø., Larsen, V. A., & Walhovd, K. B. (2010). Effects of memory training on cortical thickness in the elderly. *NeuroImage*, 52(4), 1667–1676. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.05.041>
- Erdodi, L. A., Abeare, C. A., Lichtenstein, J. D., Tyson, B. T., Kucharski, B., Zuccato, B. G., & Roth, R. M. (2017). Wechsler Adult Intelligence Scale-Fourth Edition (WAIS-IV) processing speed scores as measures of noncredible responding: The third generation of embedded performance validity indicators. *Psychological Assessment*, 29(2), 148–157. <https://doi.org/10.1037/pas0000319>
- Erkinjuntti, T., Sulkava, R., Wikström, J., & Autio, L. (1987). Short Portable Mental Status Questionnaire as a Screening Test for Dementia and Delirium Among the Elderly. *Journal of the American Geriatrics Society*, 35(5), 412–416. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1987.tb04662.x>
- Erlanger, D. M., Kaushik, T., Broshek, D., Freeman, J., Feldman, D., & Festa, J. (2002). Development and validation of a web-based screening tool for monitoring cognitive status. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17(5), 458–476.
- Fage, B. A., Chan, C. C. H., Gill, S. S., Noel-Storr, A. H., Herrmann, N., Smailagic, N., et al. (2015). Mini-Cog for the diagnosis of Alzheimer's disease dementia and other dementias within a community setting. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD010860. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010860.pub2>
- Fang, M. L., Coatta, K., Badger, M., Wu, S., Easton, M., Nygård, L., et al. (2017). Informing Understandings of Mild Cognitive Impairment for Older Adults: Implications from a Scoping Review. *Journal of Applied Gerontology*, 36(7), 808–839. <https://doi.org/10.1177/0733464815589987>
- Fang, R., Wang, G., Huang, Y., Zhuang, J. P., Tang, H. D., Wang, Y., et al. (2014). Validation of the Chinese version of Addenbrooke's cognitive examination-revised for screening mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 37(3–4), 223–231. <https://doi.org/10.1159/000353541>
- Farias, S. T., Mungas, D., Reed, B. R., Harvey, D., & DeCarli, C. (2009). Progression of mild cognitive impairment to dementia in clinic- vs community-based cohorts. *Archives of Neurology*, 66(9), 1151–1157. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2009.106>

- Fasfous, A. F., Peralta-Ramirez, M. I., Pérez-Marfil, M. N., Cruz-Quintana, F., Catena-Martinez, A., & Pérez-García, M. (2015). Reliability and validity of the Arabic version of the computerized Battery for Neuropsychological Evaluation of Children (BENCI). *Child Neuropsychology*, *21*(2), 210–224. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.896330>
- Faul, M., Xu, L., Wald, M. M., Coronado, V., & Dellinger, A. M. (2010). Traumatic brain injury in the United States: national estimates of prevalence and incidence, 2002–2006. *Injury Prevention*, *16*(Suppl 1), A268–A268. <https://doi.org/10.1136/ip.2010.029215.951>
- Federación Española de Daño Cerebral. (2018). FEDACE. Retrieved August 3, 2018, from https://fedace.org/index.php?V_dir=MSC&V_mod=shownews&idn=1867
- Federal Trade Commission. (n.d.). Retrieved July 31, 2018, from <https://www.ftc.gov/es>
- Feigin, V. L., Barker-Collo, S., Krishnamurthi, R., Theadom, A., & Starkey, N. (2010). Epidemiology of ischaemic stroke and traumatic brain injury. Best Practice & Research. *Clinical Anaesthesiology*, *24*(4), 485–494. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2010.10.006>
- Feigin, V. L., Norrving, B., & Mensah, G. A. (2017). Global Burden of Stroke. *Circulation Research*, *120*(3), 439–448. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.308413>
- Feldman, D. E. (2009). Synaptic Mechanisms for Plasticity in Neocortex. *Annual Review of Neuroscience*, *32*, 33–55. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135516>
- Finkel, S. I., & Yesavage, J. A. (1989). Learning mnemonics: a preliminary evaluation of a computer-aided instruction package for the elderly. *Experimental Aging Research*, *15*(3–4), 199–201. <https://doi.org/10.1080/03610738908259776>
- Flicker, C., Ferris, S. H., & Reisberg, B. (1991). Mild cognitive impairment in the elderly: predictors of dementia. *Neurology*, *41*(7), 1006–1009.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, *12*(3), 189–198.
- Fong, K. N. K., Lee, K. K. L., Tsang, Z. P. Y., Wan, J. Y. H., Zhang, Y. Y., & Lau, A. F. C. (2017). The clinical utility, reliability and validity of the Rivermead Behavioural Memory Test—Third Edition (RBMT–3) in Hong Kong older adults with or without cognitive impairments. *Neuropsychological Rehabilitation*, *0*(0), 1–16. <https://doi.org/10.1080/09602011.2016.1272467>
- Gaitán, A., Garolera, M., Cerulla, N., Chico, G., Rodriguez-Querol, M., & Canela-Soler, J. (2013). Efficacy of an adjunctive computer-based cognitive training program in amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer’s disease: a single-blind, randomized clinical trial. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *28*(1), 91–99. <https://doi.org/10.1002/gps.3794>

- Galbiati, S., Recla, M., Pastore, V., Liscio, M., Bardoni, A., Castelli, E., & Strazzer, S. (2009). Attention remediation following traumatic brain injury in childhood and adolescence. *Neuropsychology*, *23*(1), 40–49. <https://doi.org/10.1037/a0013409>
- Ganti, L., Daneshvar, Y., Ayala, S., Bodhit, A. N., & Peters, K. R. (2016). The value of neurocognitive testing for acute outcomes after mild traumatic brain injury. *Military Medical Research*, *3*(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s40779-016-0091-4>
- Gao, M., Yang, M., Kuang, W., & Qiu, P. (2015). Factors and validity analysis of Mini-Mental State Examination in Chinese elderly people. *Beijing Da Xue Xue Bao. Yi Xue Ban = Journal of Peking University. Health Sciences*, *47*(3), 443–449.
- García-Betances, Rebeca Isabel, Cabrera-Umpiérrez, M. F., & Arredondo, M. T. (2018). Computerized neurocognitive interventions in the context of the brain training controversy. *Reviews in the Neurosciences*, *29*(1), 55–69. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2017-0031>
- García-Betances, R.I., Jiménez-Mixco, V., Arredondo, M. T., & Cabrera-Umpiérrez, M. F. (2015). Using virtual reality for cognitive training of the elderly. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, *30*(1), 49–54. <https://doi.org/10.1177/1533317514545866>
- Garms-Homolová, V., Notthoff, N., Declercq, A., van, der R., Onder, G., Jónsson, P., & van, H. (2017). Social and functional health of home care clients with different levels of cognitive impairments. *Aging and Mental Health*, *21*(1), 18–23. <https://doi.org/10.1080/13607863.2016.1247426>
- Gauthier, S., Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R. C., Ritchie, K., Broich, K., ... Winblad, B. (2006). Mild cognitive impairment. *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)
- Geda, Y. E., Roberts, R. O., Knopman, D. S., Petersen, R. C., Christianson, T. J. H., Pankratz, V. S., ... Rocca, W. A. (2008). Prevalence of neuropsychiatric symptoms in mild cognitive impairment and normal cognitive aging: population-based study. *Archives of General Psychiatry*, *65*(10), 1193–1198. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.65.10.1193>
- Gfeller, J. D., & Horn, G. J. (1996). The East Boston Memory Test: a clinical screening measure for memory impairment in the elderly. *Journal of Clinical Psychology*, *52*(2), 191–196.
- Gigler, K. L., Blomeke, K., Shatil, E., Weintraub, S., & Reber, P. J. (2013). Preliminary evidence for the feasibility of at-home online cognitive training with older adults. *Gerontechnology: International Journal on the Fundamental Aspects of Technology to Serve the Ageing Society*, *12*(1), 26–35. <https://doi.org/10.4017/gt.2013.12.1.007.00>
- Gil Gregorio, P. (2016). Criterios diagnósticos. Beneficios del diagnóstico precoz. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, *51*, 7–11. [https://doi.org/10.1016/S0211-139X\(16\)30137-8](https://doi.org/10.1016/S0211-139X(16)30137-8)
- Giustini, A., Pistarini, C., & Pisoni, C. (2013). Chapter 34 - Traumatic and nontraumatic brain injury. In M. P. Barnes & D. C. Good (Eds.), *Handbook of Clinical*

Neurology (Vol. 110, pp. 401–409). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52901-5.00034-4>

- Golden, C. J., Purisch., Arnold, D.P . & Hammeke, T. (1979). *The Luria-Nebraska neuropsychological battery: a manual for clinical and experimental uses*. Lincoln: University of Nebraska Press, C1979. Retrieved from <https://trove.nla.gov.au/version/10412585>
- Goldstein, G., Allen, D. N., & Caponigro, J. M. (2010). A retrospective study of heterogeneity in neurocognitive profiles associated with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 24(4), 625–635. <https://doi.org/10.3109/02699051003670882>
- Golomb, J., Kluger, A., & Ferris, S. H. (2004). Mild cognitive impairment: historical development and summary of research. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 6(4), 351–367.
- González Palau, F., Buonanotte, F., & Cáceres, M. (2014). Del deterioro cognitivo leve al trastorno neurocognitivo menor: avances en torno al constructo. *Neurología Argentina*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2014.08.004>
- González-Oñate, C., Fanjul-Peyró, C., & Cabezuelo-Lorenzo, F. (2015). Use, Consumption and Knowledge of New Technologies by Elderly People in France, United Kingdom and Spain. *Comunicar*, 23(45), 19–28. <https://doi.org/10.3916/C45-2015-02>
- Graham, J. E., Rockwood, K., Beattie, B. L., Eastwood, R., Gauthier, S., Tuokko, H., & McDowell, I. (1997). Prevalence and severity of cognitive impairment with and without dementia in an elderly population. *The Lancet*, 349(9068), 1793–1796. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)01007-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)01007-6)
- Grande, G., Cucumo, V., Cova, I., Ghiretti, R., Maggiore, L., Lacorte, E., ... Mariani, C. (2016). Reversible Mild Cognitive Impairment: The Role of Comorbidities at Baseline Evaluation. *Journal of Alzheimer's Disease*, 51(1), 57–67. <https://doi.org/10.3233/JAD-150786>
- Grant, D. A., & Berg, E. (1948). A Behavioral Analysis of Degree of Reinforcement and Ease of Shifting to New Responses in a Weigl-Type Card-Sorting Problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38(4), 404.
- Green, B. F. (1991). 10. Guidelines for Computer Testing, 31.
- Green, C. S., Strobach, T., & Schubert, T. (2014). On methodological standards in training and transfer experiments. *Psychological Research*, 78(6), 756–772. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0535-3>
- Green, R. C., Green, J., Harrison, J. M., & Kutner, M. H. (1994). Screening for cognitive impairment in older individuals. Validation study of a computer-based test. *Archives of Neurology*, 51(8), 779–786.
- Gualtieri, C., & Johnson, L. (2006). Reliability and validity of a computerized neurocognitive test battery, CNS Vital Signs. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(7), 623–643. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.05.007>

- Gualtieri, C. T., & Johnson, L. G. (2005). Neurocognitive testing supports a broader concept of mild cognitive impairment. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 20(6), 359–366. <https://doi.org/10.1177/153331750502000607>
- Gustavsson, A., Svensson, M., Jacobi, F., Allgulander, C., Alonso, J., Beghi, E., ... CDBE2010Study Group. (2011). Cost of disorders of the brain in Europe 2010. *European Neuropsychopharmacology: The Journal of the European College of Neuropsychopharmacology*, 21(10), 718–779. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2011.08.008>
- Gutiérrez Rodríguez, J., & Guzmán Gutiérrez, G. (2017). Definición y prevalencia del deterioro cognitivo leve. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 52, 3-6. [https://doi.org/10.1016/S0211-139X\(18\)30072-6](https://doi.org/10.1016/S0211-139X(18)30072-6)
- Haimov, I., & Shatil, E. (2013). Cognitive Training Improves Sleep Quality and Cognitive Function among Older Adults with Insomnia. *PLOS ONE*, 8(4), e61390. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061390>
- Hampstead, B. M., Sathian, K., Moore, A. B., Nalisnick, C., & Stringer, A. Y. (2008). Explicit memory training leads to improved memory for face-name pairs in patients with mild cognitive impairment: results of a pilot investigation. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 14(5), 883–889. <https://doi.org/10.1017/S1355617708081009>
- Hassan, S. T. S., Khaw, W. F., Rosna, A. R., & Husna, J. (2011). Traumatic brain injury: caregivers' problems and needs. *Journal of the Nepal Medical Association*, 51(181), 53–55.
- Hawkins, M. A. W., Gathright, E. C., Gunstad, J., Dolansky, M. A., Redle, J. D., Josephson, R., ... Hughes, J. W. (2014). The MoCA and MMSE as screeners for cognitive impairment in a heart failure population: A study with comprehensive neuropsychological testing. *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care*, 43(5), 462–468. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2014.05.011>
- Henry, B., Megan, H., Brian, D., Simone, R., A, K. N., J, S. M., ... S, S. P. (2012). Neuropsychiatric Symptoms in Older People with and without Cognitive Impairment. *Journal of Alzheimer Disease*, 31(2012), 411–420. <https://doi.org/10.3233/JAD-2012-120169>
- Horwitz, J. E., Lynch, J. K., McCaffrey, R. J., & Fisher, J. M. (2008). Screening for neuropsychological impairment using Reitan and Wolfson's preliminary neuropsychological test battery. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(4), 393–398. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2008.01.009>
- Howren, M. B., Vander Weg, M. W., & Wolinsky, F. D. (2014). Computerized cognitive training interventions to improve neuropsychological outcomes: evidence and future directions. *Journal of Comparative Effectiveness Research*, 3(2), 145–154. <https://doi.org/10.2217/cer.14.6>
- Hsieh, S., McGrory, S., Leslie, F., Dawson, K., Ahmed, S., Butler, C. R., et al.(2015). The Mini-Addenbrooke's Cognitive Examination: A New Assessment Tool for

- Dementia. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 39(1–2), 1–11. <https://doi.org/10.1159/000366040>
- Hsieh, S., Schubert, S., Hoon, C., Mioshi, E., & Hodges, J. R. (2013). Validation of the Addenbrooke's Cognitive Examination III in Frontotemporal Dementia and Alzheimer's Disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 36(3–4), 242–250. <https://doi.org/10.1159/000351671>
- Hyer, L., Scott, C., Atkinson, M. M., Mullen, C. M., Lee, A., Johnson, A., & Mckenzie, L. C. (2016). Cognitive Training Program to Improve Working Memory in Older Adults with MCI. *Clinical Gerontologist*, 39(5), 410–427. <https://doi.org/10.1080/07317115.2015.1120257>
- Instituto Nacional de Estadística. (2018). Retrieved August 3, 2018, from <http://www.ine.es/>
- Iturra-Mena, A. M. (2007). Adaptación y validación preliminar de un test para el screening de demencia en Chile: El Eurotest. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 45(4), 296–304. <https://doi.org/10.4067/S0717-92272007000400005>
- Jak, A. J. (2011). The Impact of Physical and Mental Activity on Cognitive Aging. In *Behavioral Neurobiology of Aging* (pp. 273–291). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/7854_2011_141
- Jennings, L. A., Reuben, D. B., Evertson, L. C., Serrano, K. S., Ercoli, L., Grill, J., et al. (2015). Unmet needs of caregivers of individuals referred to a dementia care program. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(2), 282–289. <https://doi.org/10.1111/jgs.13251>
- Jeong, J. H., Na, H. R., Choi, S. H., Kim, J., Na, D. L., Seo, S. W., et al. (2016). Group- and home-based cognitive intervention for patients with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 85(4), 198–207. <https://doi.org/10.1159/000442261>
- Jones, W. P., Loe, S. A., Krach, S. K., Rager, R. Y., & Jones, H. M. (2008). Automated Neuropsychological Assessment Metrics (Anam) and Woodcock-Johnson III Tests of Cognitive Ability: A Concurrent Validity Study. *The Clinical Neuropsychologist*, 22(2), 305–320. <https://doi.org/10.1080/13854040701281483>
- Juarez-Cedillo, T., Sanchez-Arenas, R., Sanchez-Garcia, S., Garcia-Peña, C., Hsiung, G.-Y. R., Sepehry, A. A., ... Jacova, C. (2012). Prevalence of Mild Cognitive Impairment and Its Subtypes in the Mexican Population. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 34(5–6), 271–281. <https://doi.org/10.1159/000345251>
- Juncos-Rabadán, O., Pereiro, A. X., Facal, D., Lojo, C., Caamaño, J. A., Sueiro, J., et al. (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>
- Junkkila, J., Oja, S., Laine, M., & Karrasch, M. (2012). Applicability of the CANTAB-PAL computerized memory test in identifying amnesic mild cognitive

impairment and Alzheimer's disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 34(2), 83–89. <https://doi.org/10.1159/000342116>

Junqué, C., & Ribal, J. D. B. (2009). *Manual de neuropsicología* (Edición: 1). Madrid: Síntesis.

Kamalakaran, S. K., Gudlavalleti, A. S. V., Murthy Gudlavalleti, V. S., Goenka, S., & Kuper, H. (2015). Challenges in understanding the epidemiology of acquired brain injury in India. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 18(1), 66–70. <https://doi.org/10.4103/0972-2327.151047>

Kamenski, G., Dorner, T., Lawrence, K., Psota, G., Rieder, A., Schwarz, F., et al. (2009). Detection of dementia in primary care: comparison of the original and a modified Mini-Cog Assessment with the Mini-Mental State Examination. *Mental Health in Family Medicine*, 6(4), 209–217.

Kane, R. L., Roebuck-Spencer, T., Short, P., Kabat, M., & Wilken, J. (2007). Identifying and monitoring cognitive deficits in clinical populations using Automated Neuropsychological Assessment Metrics (ANAM) tests. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.10.006>

Kelly, M. P., Coldren, R. L., Parish, R. V., Dretsch, M. N., & Russell, M. L. (2012). Assessment of acute concussion in the combat environment. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 27(4), 375–388. <https://doi.org/10.1093/arclin/acs036>

Kida, J., Nemoto, K., Ikejima, C., Bun, S., Kakuma, T., Mizukami, K., & Asada, T. (2016). Impact of Depressive Symptoms on Conversion from Mild Cognitive Impairment Subtypes to Alzheimer's Disease: A Community-Based Longitudinal Study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 51(2), 405–415. <https://doi.org/10.3233/JAD-150603>

Kim, H., Chey, J., & Lee, S. (2017). Effects of multicomponent training of cognitive control on cognitive function and brain activation in older adults. *Neuroscience Research*, 124, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2017.05.004>

Knopman, D. S., & Petersen, R. C. (2014). Mild cognitive impairment and mild dementia: A clinical perspective. *Mayo Clinic Proceedings*, 89(10), 1452–1459. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.06.019>

Knowles, J. (2010). Cognitive stimulation therapy. *Working with Older People*, 14(1), 22–25. <https://doi.org/10.5042/wwop.2010.0075>

Kraft, E. (2012). Cognitive function, physical activity, and aging: Possible biological links and implications for multimodal interventions. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 19(1–2), 248–263. <https://doi.org/10.1080/13825585.2011.645010>

Kraus, T. H., & Breznitz, Z. (2009). Can the Error Detection Mechanism Benefit from Training the Working Memory? A Comparison between Dyslexics and Controls - An ERP Study. *PLOS ONE*, 4(9), e7141. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007141>

- Krueger, K. R., Wilson, R. S., Kamenetsky, J. M., Barnes, L. L., Bienias, J. L., & Bennett, D. A. (2009). Social engagement and cognitive function in old age. *Experimental Aging Research*, 35(1), 45–60. <https://doi.org/10.1080/03610730802545028>
- 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.
- 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>
- Lampit, A., Valenzuela, M., & Gates, N. J. (2015). Computerized Cognitive Training Is Beneficial for Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(12), 2610–2612. <https://doi.org/10.1111/jgs.13825>
- Larner, A. J. (2015). Mini- Addenbrooke's Cognitive Examination: a pragmatic diagnostic accuracy study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 30(5), 547–548. <https://doi.org/10.1002/gps.4258>
- Lee, Y., Lee, C.-R., & Hwang, B. (2012). Effects of Computer-aided Cognitive Rehabilitation Training and Balance Exercise on Cognitive and Visual Perception Ability of the Elderly. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(9), 885–887. <https://doi.org/10.1589/jpts.24.885>
- Legdeur, N., Binnekade, T. T., Otten, R. H., Badissi, M., Scheltens, P., Visser, P. J., & Maier, A. B. (2017). Cognitive functioning of individuals aged 90 years and older without dementia: A systematic review. *Ageing Research Reviews*, 36, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.02.006>
- Letz, R. (1991). Use of computerized test batteries for quantifying neurobehavioral outcomes. *Environmental Health Perspectives*, 90, 195–198.
- Levinson, D., Reeves, D., Watson, J., & Harrison, M. (2005). Automated neuropsychological assessment metrics (ANAM) measures of cognitive effects of Alzheimer's disease. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(3), 403–408. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.09.001>
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment*, 3rd ed. New York, NY, US: Oxford University Press.
- Li, H., Li, J., Li, N., Li, B., Wang, P., & Zhou, T. (2011). Cognitive intervention for persons with mild cognitive impairment: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 10(2), 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2010.11.003>
- Lim, P. A., McLean, A. M., Kilpatrick, C., DeForge, D., Iverson, G. L., & Silverberg, N. D. (2016). Temporal stability and responsiveness of the Montreal Cognitive Assessment following acquired brain injury. *Brain Injury*, 30(1), 29–35. <https://doi.org/10.3109/02699052.2015.1079732>

- Lobo, A., Ezquerro, J., Gómez Burgada, F., Sala, J. M., & Seva Díaz, A. (1979). [Cognitive mini-test (a simple practical test to detect intellectual changes in medical patients)]. *Actas Luso-Espanolas De Neurologia, Psiquiatria Y Ciencias Afines*, 7(3), 189–202.
- Lobo, A., Saz, P., Marcos, G., Dña, J. L., de la Cámara, C., Ventura, T., ... Aznar, S. (1999). [Revalidation and standardization of the cognition mini-exam (first Spanish version of the Mini-Mental Status Examination) in the general geriatric population]. *Medicina Clinica*, 112(20), 767–774.
- Loewenstein, D. A., Acevedo, A., Agron, J., Ownby, R., Barker, W., Strauman, S., & Duara, R. (2009). The Utility of a Brief Memory Screen in the Diagnosis of Mild Memory Impairment in the Elderly: Preliminary Study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 17(5), 437–440. <https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e31819d3784>
- Louey, A. G., Cromer, J. A., Schembri, A. J., Darby, D. G., Maruff, P., Makdissi, M., & Mccrory, P. (2014). Detecting Cognitive Impairment After Concussion: Sensitivity of Change From Baseline and Normative Data Methods Using the CogSport/Axon Cognitive Test Battery. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29(5), 432–441. <https://doi.org/10.1093/arclin/acu020>
- Lozano, M., Hernández-Ferrándiz, M., Turró-Garriga, O., Pericot Nierga, I., López-Pousa, S., & Vilalta Franch, J. (2009). Validación del Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Test de cribado para el deterioro cognitivo leve. Datos preliminares. *Alzheimer Real Invest Demenc*, 43.
- Lu, P. H., & Lee, G. J. (2017). The Role of Neuropsychology in the Assessment of the Cognitively Impaired Elderly. *Neurologic Clinics*, 35(2), 191–206. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2017.01.002>
- Luck, T., Luppa, M., Briel, S., & Riedel-Heller, S. G. (2010). Incidence of mild cognitive impairment: a systematic review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 29(2), 164–175. <https://doi.org/10.1159/000272424>
- Luis, C. A., Keegan, A. P., & Mullan, M. (2009). Cross validation of the Montreal Cognitive Assessment in community dwelling older adults residing in the Southeastern US. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 24(2), 197–201. <https://doi.org/10.1002/gps.2101>
- Luna-Lario, P., Blanco-Beregaña, M., Tirapu-Ustárroz, J., Ojeda, N., & Mata-Pastor, I. (2013). Trayectoria laboral, discapacidad y dependencia tras daño cerebral adquirido: estudio prospectivo en los dos años siguientes a la lesión cerebral. *Rev Neurol*, 10.
- Luque, M. Á. J., Serrat, M. M. i, & Benito, R. P. (2013). *Neuropsicología de las enfermedades neurodegenerativas* (Edición: 1). Madrid: Síntesis.
- Maioli, F., Coveri, M., Pagni, P., Chiandetti, C., Marchetti, C., Ciarrocchi, R., et al. (2007). Conversion of mild cognitive impairment to dementia in elderly subjects: A preliminary study in a memory and cognitive disorder unit. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 44, 233–241. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2007.01.032>

- Makizako, H., Shimada, H., Doi, T., Tsutsumimoto, K., Hotta, R., Nakakubo, S., et al. (2016). Comorbid Mild Cognitive Impairment and Depressive Symptoms Predict Future Dementia in Community Older Adults: A 24-Month Follow-Up Longitudinal Study. *Journal of Alzheimer's Disease*, *54*(4), 1473–1482. <https://doi.org/10.3233/JAD-160244>
- Maldonado, J. G. (2002). Aplicaciones de la realidad virtual en psicología clínica, 26.
- Malhotra, C., Chan, A., Matchar, D., Seow, D., Chuo, A., & Do, Y. K. (2013). Diagnostic performance of short portable mental status questionnaire for screening dementia among patients attending cognitive assessment clinics in Singapore. *Annals of the Academy of Medicine Singapore*, *42*(7), 315–319.
- Manso Martínez, M. E., Sánchez Lóez, M. del P., & Flores, I. C. (2013). Salud y sobrecarga percibida en personas cuidadoras familiares de una zona rural. *Clínica y Salud*, *24*(1), 37–45. <https://doi.org/10.5093/cl2013a5>
- Mar, J., Arrospe, A., Begiristain, J. M., Larrañaga, I., Elosegui, E., & Oliva-Moreno, J. (2011). The impact of acquired brain damage in terms of epidemiology, economics and loss in quality of life. *BMC Neurology*, *11*, 46. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-11-46>
- Mar, J., Arrospe, A., Begiristain, J. M., Larrañaga, I., Sanz-Guinea, A., & Quemada, I. (2011). Calidad de vida y sobrecarga de los cuidadores de pacientes con daño cerebral adquirido. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, *46*(4), 200–205. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2011.01.010>
- Marques-Costa, C., Almiro, P. A., & Simões, M. R. (2018). Computerized Cognitive Tests (CCT) in elderly: A psychometric review. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, *68*(2), 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2018.04.002>
- Marrón, E. M. (2017). Neuropsicología del daño cerebral adquirido. *Traumatismos craneoencefálicos*, acc (Edición: 1). Barcelona: Editorial UOC, S.L.
- 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. In *The Cochrane Library*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006220.pub2>
- Martínez de la Iglesia, J., DueñasHerrerob, R., Carmen Onís Vilchesa, M., Aguado Tabernéa, C., Albert Colomerc, C., & Luque Luquec, R. (2001). Adaptación y validación al castellano del cuestionario de Pfeiffer (SPMSQ) para detectar la existencia de deterioro cognitivo en personas mayores e 65 años. *Medicina Clínica*, *117*(4), 129–134. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(01\)72040-4](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(01)72040-4)
- Maruff, P., Thomas, E., Cysique, L., Brew, B., Collie, A., Snyder, P., & Pietrzak, R. H. (2009). Validity of the CogState Brief Battery: Relationship to Standardized Tests and Sensitivity to Cognitive Impairment in Mild Traumatic Brain Injury, Schizophrenia, and AIDS Dementia Complex. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *24*(2), 165–178. <https://doi.org/10.1093/arclin/acp010>

- Mathuranath, P. S., Nestor, P. J., Berrios, G. E., Rakowicz, W., & Hodges, J. R. (2000). A brief cognitive test battery to differentiate Alzheimer's disease and frontotemporal dementia. *Neurology*, *55*(11), 1613–1620.
- Matias-Guiu, J. A., Cortés-Martínez, A., Valles-Salgado, M., Rognoni, T., Fernández-Matarrubia, M., Moreno-Ramos, T., & Matías-Guiu, J. (2017). Addenbrooke's cognitive examination III: diagnostic utility for mild cognitive impairment and dementia and correlation with standardized neuropsychological tests. *International Psychogeriatrics*, *29*(1), 105–113. <https://doi.org/10.1017/S1041610216001496>
- Matias-Guiu, J. A., Fernández de Bobadilla, R., Escudero, G., Pérez-Pérez, J., Cortés, A., Morenas, E., et al. (2015). Validation of the Spanish version of Addenbrooke's Cognitive Examination III for diagnosing dementia. *Neurología*, *30*(9), 545-551.
- Mendoza, L., Del, V. D., Rioja, C., Gomez-Pilar, J., & Hornero, R. (2018). Potential benefits of a cognitive training program in mild cognitive impairment (MCI). *Restorative Neurology and Neuroscience*, *36*(2), 207–213. <https://doi.org/10.3233/RNN-170754>
- Merriman, N. A., Roudaia, E., Romagnoli, M., Orvieto, I., & Newell, F. N. (2018). Acceptability of a custom-designed game, CityQuest, aimed at improving balance confidence and spatial cognition in fall-prone and healthy older adults. *Behaviour & Information Technology*, *37*(6), 538–557. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1462402>
- Meulen, E. F. J., Schmand, B., van Campen, J. P., de Koning, S. J., Ponds, R. W., Scheltens, P., & Verhey, F. R. (2004). The seven minute screen: a neurocognitive screening test highly sensitive to various types of dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, *75*(5), 700–705.
- Meyers, J. E., & Meyers, K. R. (1995). Rey complex figure test under four different administration procedures. *The Clinical Neuropsychologist*, *9*(1), 63–67. <https://doi.org/10.1080/13854049508402059>
- Mielke, M. M., Machulda, M. M., Hagen, C. E., Edwards, K. K., Roberts, R. O., Pankratz, V. S., et al. (2015). Performance of the CogState computerized battery in the Mayo Clinic Study on Aging. *Alzheimer's & Dementia*, *11*(11), 1367–1376. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2015.01.008>
- Migliacci, M. L., Scharovsky, D., & Gonorazky, S. E. (2009). Deterioro cognitivo leve: características neuropsicológicas de los distintos subtipos. *Rev Neurol*, *5*.
- Millán-Calenti, J. C., Sánchez, A., Lorenzo-López, L., Cao, R., & Maseda, A. (2013). Influence of social support on older adults with cognitive impairment, depressive symptoms, or both coexisting. *International Journal of Aging and Human Development*, *76*(3), 199–214. <https://doi.org/10.2190/AG.76.3.b>
- Miller, K. J., Dye, R. V., Kim, J., Jennings, J. L., O'Toole, E., Wong, J., & Siddarth, P. (2013). Effect of a Computerized Brain Exercise Program on Cognitive Performance in Older Adults. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, *21*(7), 655–663. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2013.01.077>

- Mioshi, E., Dawson, K., Mitchell, J., Arnold, R., & Hodges, J. R. (2006). The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R): a brief cognitive test battery for dementia screening. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *21*(11), 1078–1085. <https://doi.org/10.1002/gps.1610>
- Mirandez, R. M., Aprahamian, I., Talib, L. L., Forlenza, O. V., & Radanovic, M. (2017). Multiple category verbal fluency in mild cognitive impairment and correlation with CSF biomarkers for Alzheimer's disease. *International Psychogeriatrics*, *29*(6), 949–958. <https://doi.org/10.1017/S1041610217000102>
- Mitchell, A. J., & Shiri-Feshki, M. (2009). Rate of progression of mild cognitive impairment to dementia--meta-analysis of 41 robust inception cohort studies. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *119*(4), 252–265. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2008.01326.x>
- Montenegro Peña, M., Montejo Carrasco, P., Llanero Luque, M., & Reinoso García, A. I. (2012). Evaluación y diagnóstico del deterioro cognitivo leve. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, *32*(2), 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2012.03.002>
- Mora, M. G. (2013). Aplicación de realidad virtual en la rehabilitación cognitiva. *Revista vínculos*, *10*(1), 130–135.
- Mora-Simón, S., García-García, R., Perea-Bartolomé, M. V., Ladera-Fernández, V., Unzueta-Arce, J., Patino-Alonso, M. C., & Rodríguez-Sánchez, E. (2012). Deterioro cognitivo leve: detección temprana y nuevas perspectivas. *Revista de Neurología*, *8*.
- Müller, F. S., Meyer, O. W., Chocano-Bedoya, P., Schietzel, S., Gagesch, M., Freystaetter, G., ... Bischoff-Ferrari, H. A. (2017). Impaired nutritional status in geriatric trauma patients. *European Journal of Clinical Nutrition*, *71*(5), 602–606. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.25>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, *53*(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Nelson, L. D., LaRoche, A. A., Pfaller, A. Y., Lerner, E. B., Hammeke, T. A., Randolph, C., ... McCrea, M. A. (2016). Prospective, Head-to-Head Study of Three Computerized Neurocognitive Assessment Tools (CNTs): Reliability and Validity for the Assessment of Sport-Related Concussion. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *22*(1), 24–37. <https://doi.org/10.1017/S1355617715001101>
- Ní Chaoimh, D., De Bhaldráithe, S., O'Malley, G., Mac Aodh Bhúí, C., & O'Keeffe, S. T. (2015). Importance of different language versions of cognitive screening tests: Comparison of Irish and English versions of the MMSE in bilingual Irish patients. *European Geriatric Medicine*, *6*(6), 551–553. <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2015.10.006>

- Nici, J., & Hom, J. (2013). Comparability of the Computerized Halstead Category Test with the Original Version. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 28(8), 824–828. <https://doi.org/10.1093/arclin/act075>
- Noone, P. (2015). Addenbrooke's Cognitive Examination-III. *Occupational Medicine*, 65(5), 418–420. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqv041>
- Novoa, A. M., Juárez, O., & Nebot, M. (2008). Efectividad de las intervenciones cognitivas en la prevención del deterioro de la memoria en las personas mayores sanas. *Gaceta Sanitaria*, 22(5), 474–482. <https://doi.org/10.1157/13126930>
- O'Brien. (1999). Age-associated memory impairment and related disorders. *Advances in Psychiatric Treatment*, 5(4), 279–287. <https://doi.org/10.1192/apt.5.4.279>
- Olazarán, J., Hoyos-Alonso, M. C., del Ser, T., Garrido Barral, A., Conde-Sala, J. L., Bermejo-Pareja, F., ... Carnero-Pardo, C. (2016). Aplicación práctica de los test cognitivos breves. *Neurología*, 31(3), 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.07.009>
- Olazarán, J., Reisberg, B., Clare, L., Cruz, I., Peña-Casanova, J., del Ser, T., ... Lai, C. (2010). Nonpharmacological therapies in Alzheimer's disease: a systematic review of efficacy. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 30(2), 161–178.
- Ozer, S., Noonan, K., Burke, M., Young, J., Barber, S., Forster, A., & Jones, R. (2016). The validity of the Memory Alteration Test and the Test Your Memory test for community-based identification of amnesic mild cognitive impairment. *Alzheimer's & Dementia*, 12(9), 987–995. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.03.014>
- Paddick, S.-M., Gray, W. K., McGuire, J., Richardson, J., Dotchin, C., & Walker, R. W. (2017). Cognitive screening tools for identification of dementia in illiterate and low-educated older adults, a systematic review and meta-analysis. *International Psychogeriatrics*, 29(6), 897–929. <https://doi.org/10.1017/S1041610216001976>
- Palanisamy, A., Rajendran, N. N., Narmadha, M. P., & Ganesvaran, R. A. (2016). Comparative assessment of Montreal Cognitive Assessment (MOCA) and Minimental State Examination (MMSE) in apolipoprotein E (APOE) ε4 allele carriers in epilepsy. *International Journal of Epilepsy*, 3(1), 7–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijep.2015.11.002>
- 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: The Journal of the Alzheimer's Association*, 5(1), 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2008.10.008>
- Parés-Badell, O., Barbaglia, G., Jerinic, P., Gustavsson, A., Salvador-Carulla, L., & Alonso, J. (2014). Cost of Disorders of the Brain in Spain. *PLOS ONE*, 9(8), e105471. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105471>
- Park, D. C., Lodi-Smith, J., Drew, L., Haber, S., Hebrank, A., Bischof, G. N., & Aamodt, W. (2014). The Impact of Sustained Engagement on Cognitive Function in Older Adults: The Synapse Project. *Psychological Science*, 25(1), 103–112. <https://doi.org/10.1177/0956797613499592>

- Park, J. H., Jung, M., Kim, J., Park, H. Y., Kim, J. R., & Park, J. H. (2018). Validity of a novel computerized screening test system for mild cognitive impairment. *International Psychogeriatrics*, 1–9. <https://doi.org/10.1017/S1041610218000923>
- Pereiro, A. X., Ramos-Lema, S., Lojo-Seoane, C., Guàrdia-Olmos, J., Facal-Mayo, D., & Juncos-Rabadán, O. (2017). Normative data for the Montreal Cognitive Assessment (MOCA) in a Spanish sample of community-dweller adults. *European Geriatric Medicine*, 8(3), 240–244. <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2017.04.003>
- Peretz, C., Korczyn, 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>
- Pérez-Martínez, D., Baztán, J., González-Becerra, M., & Socorro García, A. (2005). Evaluation of the diagnostic value of a Spanish adaptation of the Buschke Memory Impairment Screen in the detection of dementia and cognitive impairment. *Revista de Neurologia*, 40, 644–648.
- Pérez-Turiel, J., Franco-Martin, M., Fraile, J. C., Parra, E., & Viñas, P. (2017). First Results on the Joint Use of E2Rebot and Grador to Improve Cognitive Abilities. In *Converging Clinical and Engineering Research on Neurorehabilitation II* (pp. 1293–1298). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46669-9_211
- Petersen, R. (2016). Mild cognitive impairment. *Continuum Lifelong Learning in Neurology*, 22(2, Dementia), 404–418. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000313>
- 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., Doody, R., Kurz, A., Mohs, R. C., Morris, J. C., Rabins, P. V., et al. (2001). Current concepts in mild cognitive impairment. *Archives of Neurology*, 58(12), 1985–1992.
- Petersen, R., 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., & Morris, J. (2005). Mild cognitive impairment as a clinical entity and treatment target. *Archives of Neurology*, 62(7), 1160–1163; discussion 1167. <https://doi.org/10.1001/archneur.62.7.1160>
- Petersen, R., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Kokmen, E., & Tangalos, E. G. (1997). Aging, memory, and mild cognitive impairment. *International Psychogeriatrics*, 9 Suppl 1, 65–69.
- Petersen, R., Smith, G., Waring, S., Ivnik, R., 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>

- Petersen, Ronald C., & Negash, S. (2008). Mild Cognitive Impairment: an Overview. *CNS Spectrums*, 13(1), 45–53. <https://doi.org/10.1017/S1092852900016151>
- Pfeiffer, E. (1975). A short portable mental status questionnaire for the assessment of organic brain deficit in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 23(10), 433–441.
- 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*, 8:153. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00153>
- Podell, K., Gifford, K., Bougakov, D., & Goldberg, E. (2010). Neuropsychological Assessment in Traumatic Brain Injury. *Psychiatric Clinics of North America*, 33(4), 855–876. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2010.08.003>
- Polinder, S., Meerding, W. J., van Baar, M. E., Toet, H., Mulder, S., van Beeck, E. F., & EUROCOST Reference Group. (2005). Cost estimation of injury-related hospital admissions in 10 European countries. *The Journal of Trauma*, 59(6), 1283–1290; discussion 1290-1291.
- Portet, F., Ousset, P. J., Visser, P. J., Frisoni, G. B., Nobili, F., Scheltens, P., et al. (2006). Mild cognitive impairment (MCI) in medical practice: a critical review of the concept and new diagnostic procedure. Report of the MCI Working Group of the European Consortium on Alzheimer's Disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 77(6), 714–718. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2005.085332>
- Pose, M., & Manes, F. (2010). Deterioro cognitivo leve. *Acta Neurología Colombia*, 26(3 suppl 3), S7–12.
- Powlishta, K. K., Von Dras, D. D., Stanford, A., Carr, D. B., Tsering, C., Miller, J. P., & Morris, J. C. (2002). The clock drawing test is a poor screen for very mild dementia. *Neurology*, 59(6), 898–903.
- Preiss, M., Shatil, E., Čermáková, R., Cimermanová, D., & Ram, I. (2013). Personalized Cognitive Training in Unipolar and Bipolar Disorder: A Study of Cognitive Functioning. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00108>
- Profile of Older Americans. (2014). U.S. Department of Health and Human Service. Retrieved July 18, 2018, from <https://www.acl.gov/aging-and-disability-in-america/data-and-research/profile-older-americans>
- Pusswald, G., Moser, D., Gleiß, A., Janzek-Hawlat, S., Auff, E., Dal-Bianco, P., & Lehrner, J. (2013). Prevalence of mild cognitive impairment subtypes in patients attending a memory outpatient clinic-comparison of two modes of mild cognitive impairment classification. Results of the vienna conversion to dementia study. *Alzheimer's and Dementia*, 9(4), 366–376. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.12.009>
- Quijano, T, M., D. (2004). Version Espanola Test 7 Minutos Datos Muestra Ancianos Mas de 70. *Neurologia*, 19(7), 344–358.

- Rabassa, O. B. i, Valero, C. P., Faz, D. B., Fombuena, N. G., Subirana, J., & Dergham, A. (2011). Deterioro cognitivo leve. In *Rehabilitación neuropsicológica: intervención y práctica clínica, 2011* (pp. 269–288). Spain: Elsevier. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5894530>
- Rami, L., Bosch, B., Sanchez-Valle, R., & Molinuevo, J. L. (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>
- Rami, L., Molinuevo, J. L., Sanchez-Valle, R., Bosch, B., & Villar, A. (2007). Screening for amnesic mild cognitive impairment and early Alzheimer's disease with M@T (Memory Alteration Test) in the primary care population. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *22*(4), 294–304. <https://doi.org/10.1002/gps.1672>
- Ramos Cordero, P., & Yubero, R. (2016). Tratamiento no farmacológico del deterioro cognitivo. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, *51*, 12–21. [https://doi.org/10.1016/S0211-139X\(16\)30138-X](https://doi.org/10.1016/S0211-139X(16)30138-X)
- Randolph, C., McCrea, M., & Barr, W. B. (2005). Is Neuropsychological Testing Useful in the Management of Sport-Related Concussion? *Journal of Athletic Training*, *40*(3), 139–152.
- Rebok, G. W., Carlson, M. C., & Langbaum, J. B. S. (2007). Training and Maintaining Memory Abilities in Healthy Older Adults: Traditional and Novel Approaches. *The Journals of Gerontology: Series B*, *62*(Special_Issue_1), 53–61. https://doi.org/10.1093/geronb/62.special_issue_1.53
- Reijnders, J., van Heugten, C., & van Boxtel, M. (2013). Cognitive interventions in healthy older adults and people with mild cognitive impairment: A systematic review. *Ageing Research Reviews*, *12*(1), 263–275. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2012.07.003>
- Reisberg, B., Ferris, S. H., de Leon, M. J., & Crook, T. (1982). The Global Deterioration Scale for assessment of primary degenerative dementia. *The American Journal of Psychiatry*, *139*(9), 1136–1139. <https://doi.org/10.1176/ajp.139.9.1136>
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an Indicator of Organic Brain Damage. *Perceptual and Motor Skills*, *8*(3), 271–276. <https://doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271>
- Reitan, R.M., & Wolfson, D. (1993). The Halstead-Reitan neuropsychological test battery: Theory and clinical interpretation. Neuropsychology Press.
- Rhodes, S. M., Riby, D. M., Matthews, K., & Coghill, D. R. (2011). Attention-deficit/hyperactivity disorder and Williams syndrome: shared behavioral and neuropsychological profiles. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *33*(1), 147–156. <https://doi.org/10.1080/13803395.2010.495057>
- Rijnen, S. J. M., Meskal, I., Emons, W. H. M., Campman, C. A. M., van der Linden, S. D., Gehring, K., & Sitskoorn, M. M. (2017). Evaluation of Normative Data of a Widely Used Computerized Neuropsychological Battery: Applicability and

- Effects of Sociodemographic Variables in a Dutch Sample. *Assessment*, 1: 1073191117727346. <https://doi.org/10.1177/1073191117727346>
- Ritchie, K., & Ritchie, C. W. (2012). Mild cognitive impairment (MCI) twenty years on. *International Psychogeriatrics*, 24(1), 1–5. <https://doi.org/10.1017/S1041610211002067>
- Rodrigo, J., & Tárraga, L. (2017). Impacto socioeconómico de la enfermedad de Alzheimer y otras demencias en España. *The Economist Intelligence Unit Limited*, 7.
- Rodríguez, B. G. (2012). *Daño cerebral adquirido: evaluación, diagnóstico y rehabilitación* (Edición: 1). Madrid: Síntesis.
- Rodríguez, B. G., & Marrón, E. M. (2009). Estimulación cognitiva por ordenador, 40.
- Rodríguez-Fórtiz, M. J., Rodríguez-Domínguez, C., Cano, P., Revelles, J., Rodríguez-Almendros, M. L., Hurtado-Torres, M. V., & Rute-Pérez, S. (2016). Serious games for the cognitive stimulation of elderly people. In *2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (pp. 1–7). <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2016.7586261>
- Rosa, E., Lussignoli, G., Sabbatini, F., Chiappa, A., Di Cesare, S., Lamanna, L., & Zanetti, O. (2010). Needs of caregivers of the patients with dementia. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 51(1), 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2009.07.008>
- Russell, M., Goldberg, A., & O'connor, K. (2003). Computer-based Testing and Validity: a look back into the future. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 10(3), 279–293. <https://doi.org/10.1080/0969594032000148145>
- Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M. V., Rodríguez-Fórtiz, M. J., & Caracuel, A. (2014). Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(88), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-88>
- Ryan, J., Kreiner, D. S., Glass Umfleet, L., Gontkovsky, S. T., & Myers-Fabian, A. (2018). WAIS-IV GAI and CPI discrepancies in multiple sclerosis and traumatic brain injury. *Applied Neuropsychology: Adult*, 25(1), 51–56. <https://doi.org/10.1080/23279095.2016.1241786>
- Sachdev, Perminder S., Lipnicki, D. M., Crawford, J., Reppermund, S., Kochan, N. A., Trollor, J. N. et al. (2013). Factors Predicting Reversion from Mild Cognitive Impairment to Normal Cognitive Functioning: A Population-Based Study. *PLoS ONE*, 8(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059649>
- Sachdev, P.S., Blacker, D., Blazer, D. G., Ganguli, M., Jeste, D. V., Paulsen, J. S., & Petersen, R. C. (2014). Classifying neurocognitive disorders: The DSM-5 approach. *Nature Reviews Neurology*, 10(11), 634–642. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2014.181>
- Samanamalee, S., Sigera, P. C., De Silva, A. P., Thilakasiri, K., Rashan, A., Wadanambi, S., ... Haniffa, R. (2018). Traumatic brain injury (TBI) outcomes in an LMIC

- tertiary care centre and performance of trauma scores. *BMC Anesthesiology*, 18(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s12871-017-0463-7>
- Sánchez, L. B., Muñoz, M. A. R., López, M. D. B., Rodríguez, B. B., & Mazuecos, F. Á. (2007). Estudio de validez del Test de las Fotos en el cribado de Deterioro Cognitivo en Atención Primaria. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 7.
- Sánchez-Rodríguez, J., & Torrellas-Morales, C. (2011). Revisión del constructo deterioro cognitivo leve: aspectos generales. *Revista de Neurología*, 52(5), 300–305.
- Sandberg, P., Rönnlund, M., Nyberg, L., & Stigsdotter Neely, A. (2014). Executive process training in young and old adults. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Aging, Neuropsychology and Cognition*, 21(5), 577–605. <https://doi.org/10.1080/13825585.2013.839777>
- Saunders, N. L. J., & Summers, M. J. (2010). Attention and working memory deficits in mild cognitive impairment. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32(4), 350–357. <https://doi.org/10.1080/13803390903042379>
- Saxton, J., Morrow, L., Eschman, A., Archer, G., Luther, J., & Zuccolotto, A. (2009). Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment. *Postgraduate Medicine*, 121(2), 177–185. <https://doi.org/10.3810/pgm.2009.03.1990>
- Scarmeas, N., & Stern, Y. (2003). Cognitive Reserve and Lifestyle. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(5), 625–633.
- Schoenfeldt, L. F. (1989). Guidelines for computer-based psychological tests and interpretations. *Computers in Human Behavior*, 5(1), 13–21. [https://doi.org/10.1016/0747-5632\(89\)90020-4](https://doi.org/10.1016/0747-5632(89)90020-4)
- Schreiber, M., & Schneider, R. (2007). Cognitive plasticity in people at risk for dementia: Optimising the testing-the-limits-approach. *Aging & Mental Health*, 11(1), 75–81. <https://doi.org/10.1080/13607860600735887>
- Schretlen, D., Bobholz, J. H., & Brandt, J. (1996). Development and psychometric properties of the brief test of attention. *The Clinical Neuropsychologist*, 10(1), 80–89. <https://doi.org/10.1080/13854049608406666>
- Seeman, T. E., Miller-Martinez, D. M., Stein Merkin, S., Lachman, M. E., Tun, P. A., & Karlamangla, A. S. (2011). Histories of Social Engagement and Adult Cognition: Midlife in the U.S. Study. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 66B(Suppl 1), i141–i152. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq091>
- Shah, T. M., Weinborn, M., Verdile, G., Sohrabi, H. R., & Martins, R. N. (2017). Enhancing Cognitive Functioning in Healthy Older Adults: a Systematic Review of the Clinical Significance of Commercially Available Computerized Cognitive Training in Preventing Cognitive Decline. *Neuropsychology Review*, 27(1), 62–80. <https://doi.org/10.1007/s11065-016-9338-9>
- Shatil, E. (2013). Does combined cognitive training and physical activity training enhance cognitive abilities more than either alone? A four-condition randomized controlled

- trial among healthy older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00008>
- Shatil, E., Metzger, A., Horvitz, O., & Miller, A. (2010). Home-based personalized cognitive training in MS patients: A study of adherence and cognitive performance. *NeuroRehabilitation*, 26(2), 143–153. <https://doi.org/10.3233/NRE-2010-0546>
- Shatil, E., Mikulecká, J., Bellotti, F., & Bureš, V. (2014). Novel Television-Based Cognitive Training Improves Working Memory and Executive Function. *PLoS ONE*, 9(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101472>
- Simpson, T., Camfield, D., Pipingas, A., Macpherson, H., & Stough, C. (2012). Improved Processing Speed: Online Computer-based Cognitive Training in Older Adults. *Educational Gerontology*, 38(7), 445–458. <https://doi.org/10.1080/03601277.2011.559858>
- Smart, C. M., Karr, J. E., Areshenkoff, C. N., Rabin, L. A., Hudon, C., Gates, N., ... Group, and the S. C. D. I. (SCD-I. W. (2017). Non-Pharmacologic Interventions for Older Adults with Subjective Cognitive Decline: Systematic Review, Meta-Analysis, and Preliminary Recommendations. *Neuropsychology Review*, 27(3), 245–257. <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9342-8>
- Smith, P. J., Need, A. C., Cirulli, E. T., Chiba-Falek, O., & Attix, D. K. (2013). A comparison of the Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) with “traditional” neuropsychological testing instruments. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 35(3), 319–328. <https://doi.org/10.1080/13803395.2013.771618>
- Smith, T., Gildeh, N., & Holmes, C. (2007). The Montreal Cognitive Assessment: Validity and Utility in a Memory Clinic Setting. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 52(5), 329–332. <https://doi.org/10.1177/070674370705200508>
- Smith-Ray, R. L., Irmiter, C., & Boulter, K. (2016). Cognitive Training among Cognitively Impaired Older Adults: A Feasibility Study Assessing the Potential Improvement in Balance. *Frontiers in Public Health*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00219>
- Solfrizzi, V., D’Introno, A., Colacicco, A. M., Capurso, C., Parigi, A. D., Caselli, R. J., et al. (2007). Incident Occurrence of Depressive Symptoms among Patients with Mild Cognitive Impairment – The Italian Longitudinal Study on Aging. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 24(1), 55–64. <https://doi.org/10.1159/000103632>
- Solomon, P. R., Hirschhoff, A., Kelly, B., Relin, M., Brush, M., DeVeaux, R. D., & Pendlebury, W. (1998). A 7 Minute Neurocognitive Screening Battery Highly Sensitive to Alzheimer’s Disease. *Archives of Neurology*, 55(3), 349–355. <https://doi.org/10.1001/archneur.55.3.349>
- Steibel, N. M., Olchik, M. R., Yassuda, M. S., Finger, G., & Gomes, I. (2016). Influence of age and education on the Rivermead Behavioral Memory Test (RBMT) among healthy elderly. *Dementia & Neuropsychologia*, 10(1), 26–30. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642016DN10100005>

- Stokin, G. B., Krell-Roesch, J., Petersen, R. C., & Geda, Y. E. (2015). Mild Neurocognitive disorder: An old wine in a new bottle. *Harvard Review of Psychiatry*, 23(5), 368–376. <https://doi.org/10.1097/HRP.0000000000000084>
- Sweeney, J. E. (2017). Descriptive Halstead-Reitan study of nonimpact mild traumatic brain injury. *Applied Neuropsychology: Adult*, 24(5), 446–456. <https://doi.org/10.1080/23279095.2016.1198909>
- Talassi, E., Guerreschi, M., Feriani, M., Fedi, V., Bianchetti, A., & Trabucchi, M. (2007). Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in mild dementia (MD) and mild cognitive impairment (MCI): a case control study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 44 (Suppl 1), 391–399. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2007.01.055>
- Tang, E. Y., Brayne, C., Albanese, E., & Stephan, B. C. (2015). Mild cognitive impairment definitions: more evolution than revolution. *Neurodegenerative Disease Management*, 5(1), 11–17. <https://doi.org/10.2217/nmt.14.42>
- Tarnanas, I., Schlee, W., Tsolaki, M., Müri, R., Mosimann, U., & Nef, T. (2013). Ecological Validity of Virtual Reality Daily Living Activities Screening for Early Dementia: Longitudinal Study. *JMIR Serious Games*, 1(1). <https://doi.org/10.2196/games.2778>
- Taub, M. B., Bartuccio, M., & Maino, D. (2012). *Visual Diagnosis and Care of the Patient with Special Needs*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Teichner, G., Golden, C. J., Bradley, J. D., & Crum, T. A. (1999). Internal consistency and discriminant validity of the Luria Nebraska Neuropsychological Battery-III. *The International Journal of Neuroscience*, 98(1–2), 141–152.
- Teixeira, C. V. L., Gobbi, L. T. B., Corazza, D. I., Stella, F., Costa, J. L. R., & Gobbi, S. (2012). Non-pharmacological interventions on cognitive functions in older people with mild cognitive impairment (MCI). *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 54(1), 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2011.02.014>
- 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>
- Tierney, M. C., & Lerner, M. A. (2010). Computerized Cognitive Assessment in Primary Care to Identify Patients with Suspected Cognitive Impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 20(3), 823–832. <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-091672>
- Tirapu-Ustárrroz, J., Ríos-Lago, M., & Maestú, F. (2011). *Manual de Neuropsicología, 2a edición*. Barcelona: Viguera Editores
- Tornatore, J. B., Hill, E., Laboff, J. A., & McGann, M. E. (2005). Self-Administered Screening for Mild Cognitive Impairment: Initial Validation of a Computerized Test Battery. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 17(1), 98–105. <https://doi.org/10.1176/jnp.17.1.98>

- Tsoi, K. K. F., Chan, J. Y. C., Hirai, H. W., Wong, A., Mok, V. C. T., Lam, L. C. W., et al. (2017). Recall Tests Are Effective to Detect Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-analysis of 108 Diagnostic Studies. *Journal of the American Medical Directors Association*, 18(9), 807.e17-807.e29. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.05.016>
- Tsolaki, M., Kounti, F., Agogiatou, C., Poptsi, E., Bakoglidou, E., Zafeiropoulou, M., ... Vasiloglou, M. (2011). Effectiveness of nonpharmacological approaches in patients with mild cognitive impairment. *Neurodegenerative Diseases*, 8(3), 138–145. <https://doi.org/10.1159/000320575>
- Turner, B., Fleming, J., Cornwell, P., Worrall, L., Ownsworth, T., Haines, T., ... Chenoweth, L. (2007). A qualitative study of the transition from hospital to home for individuals with acquired brain injury and their family caregivers. *Brain Injury*, 21(11), 1119–1130. <https://doi.org/10.1080/02699050701651678>
- Tyson, P. J., Laws, K. R., Roberts, K. H., & Mortimer, A. M. (2005). A Longitudinal Analysis of Memory in Patients with Schizophrenia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27(6), 718–734. <https://doi.org/10.1080/13803390490918534>
- Valenzuela, M. J. (2008). Brain reserve and the prevention of dementia. *Current Opinion in Psychiatry*, 21(3), 296–302. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e3282f97b1f>
- Valenzuela, M., & Sachdev, P. (2009). Can cognitive exercise prevent the onset of dementia? Systematic review of randomized clinical trials with longitudinal follow-up. *American Journal of Geriatric Psych*, 17(3), 179.
- Van Kampen, D. A., Lovell, M. R., Pardini, J. E., Collins, M. W., & Fu, F. H. (2006). The “Value Added” of Neurocognitive Testing after Sports-Related Concussion. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(10), 1630–1635. <https://doi.org/10.1177/0363546506288677>
- van Velzen, J. M., van Bennekom, C. a. M., Edelaar, M. J. A., Sluiter, J. K., & Frings-Dresen, M. H. W. (2009). How many people return to work after acquired brain injury?: a systematic review. *Brain Injury*, 23(6), 473–488. <https://doi.org/10.1080/02699050902970737>
- Vanova, M., Irazoki, E., García-Casal, J. A., Martínez-Abad, F., Botella, C., Shiells, K. R., & Franco-Martín, M. A. (2018). The effectiveness of ICT-based neurocognitive and psychosocial rehabilitation programmes in people with mild dementia and mild cognitive impairment using GRADIOR and ehcoBUTLER: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 19(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s13063-017-2371-z>
- Vaughan, F. L., Neal, J. A., Mulla, F. N., Edwards, B., & Coetzer, R. (2017). The validity of the Brain Injury Cognitive Screen (BICS) as a neuropsychological screening assessment for traumatic and non-traumatic brain injury. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(3), 544–568. <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1256434>
- Vaughan, F.L., Roberts, C.B., Neal, J. A., Perry, A., & Coetzer, B.R. (2005). *The Brain Injury Cognitive Screen*. Unpublished Test Materials.

- Veroff, A. E., Chandler, J., Kingery, L. R., Meyer, S. I., Marsico, M., Vogt, R., & Jager, C. A. de. (2009). Discriminating healthy elderly, MCI, mild and moderate Alzheimer's disease: The Computerized Neuropsychological Test Battery (CNTB). *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 5(4), P455. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2009.04.851>
- Veroff, A. E., Cutler, N. R., Sramek, J. J., Prior, P. L., Mickelson, W., & Hartman, J. K. (1991). A New Assessment Tool for Neuropsychopharmacologic Research: The Computerized Neuropsychological Test Battery. *Topics in Geriatrics*, 4(4), 211–217. <https://doi.org/10.1177/089198879100400406>
- Villarejo Galende, A., Eimil Ortiz, M., Llamas Velasco, S., Llanero Luque, M., López de Silanes de Miguel, C., & Prieto Jurczynska, C. (2017). Informe de la Fundación del Cerebro. Impacto social de la enfermedad de Alzheimer y otras demencias. *Neurología*. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2017.10.005>
- Vogler, J., Klein, A.-M., & Bender, A. (2014). Long-term health-related quality-of-life in patients with acquired brain injury and their caregivers. *Brain Injury*, 28(11), 1381–1388. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.919536>
- Wagner, S., Kaschel, R., Paulsen, S., Bleichner, F., Knickenberg, R. J., & Beutel, M. E. (2008). Does a cognitive-training programme improve the performance of middle-aged employees undergoing in-patient psychosomatic treatment? *Disability and Rehabilitation*, 30(23), 1786–1793. <https://doi.org/10.1080/09638280701661380>
- Wechsler, D. (1955). *Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale*. Oxford, England: Psychological Corp.
- Wechsler, D. (2012). WAIS-IV: Escala de inteligencia de Wechsler para Adultos. Madrid: Pearson.
- Weiland-Fiedler, P., Erickson, K., Waldeck, T., Luckenbaugh, D. A., Pike, D., Bonne, O., et al. (2004). Evidence for continuing neuropsychological impairments in depression. *Journal of Affective Disorders*, 82(2), 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2003.10.009>
- Wenisch, E., Cantegreil-Kallen, I., Rotrou, J. D., Garrigue, P., Moulin, F., Batouche, F., et al. (2007). Cognitive stimulation intervention for elders with mild cognitive impairment compared with normal aged subjects: preliminary results. *Aging Clinical and Experimental Research*, 19(4), 316–322. <https://doi.org/10.1007/BF03324708>
- Dementia: a public health priority,WHO. (n.d.). Retrieved April 3, 2018, from http://www.who.int/mental_health/publications/dementia_report_2012/en/
- Wild, K., Howieson, D., Webbe, F., Seelye, A., & Kaye, J. (2008). The status of computerized cognitive testing in aging: A systematic review. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 4(6), 428–437. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2008.07.003>
- Willis, S. L., Tennstedt, S. L., Marsiske, M., Ball, K., Elias, J., Koepke, K. M., ... Stoddard, A. M. (2006). Long-term effects of cognitive training on everyday

functional outcomes in older adults. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 296(23), 2805–2814.

Wilson, B. A., Baddeley, A. D., & Cockburn, J. (1985). *The Rivermead behavioural memory test*. Reading, Eng.: Thames Valley Test Company. Retrieved from <https://trove.nla.gov.au/version/37156268>

Wilson, B., Cockburn, J., Baddeley, A., & Hiorns, R. (1989). The development and validation of a test battery for detecting and monitoring everyday memory problems. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11(6), 855–870. <https://doi.org/10.1080/01688638908400940>

Wilson, R. S., Leurgans, S. E., Boyle, P. A., & Bennett, D. A. (2011). Cognitive decline in prodromal Alzheimer disease and mild cognitive impairment. *Archives of Neurology*, 68(3), 351–356. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2011.31>

Wimo, A., Guerchet, M., Ali, G. C., Wu, Y. T., Prina, A. M., Winblad, B., ... Prince, M. (2017). The worldwide costs of dementia 2015 and comparisons with 2010. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 13(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.07.150>

Wimo, A., Jönsson, L., Gustavsson, A., McDaid, D., Ersek, K., Georges, J., ... Valtonen, H. (2010). The economic impact of dementia in Europe in 2008—cost estimates from the Eurocode project. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 26(8), 825–832. <https://doi.org/10.1002/gps.2610>

Wojtowicz, A., & Larner, A. J. (2017). Diagnostic test accuracy of cognitive screeners in older people. *Progress in Neurology and Psychiatry*, 21(1), 17–21. <https://doi.org/10.1002/pnp.457>

Wolber, G., Romaniuk, M., Eastman, E., & Robinson, C. (1984). Validity of the Short Portable Mental Status Questionnaire with elderly psychiatric patients. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 52(4), 712–713.

Wong, A., Fong, C. H., Mok, V. C. T., Leung, K. T., & Tong, R. K. Y. (2017). Computerized Cognitive Screen (CoCoSc): A Self-administered computerized test for screening for cognitive impairment in community social centers. *Journal of Alzheimer's Disease*, 59(4), 1299–1306. <https://doi.org/10.3233/JAD-170196>

Woodhouse, J., Heyanka, D. J., Scott, J., Vincent, A., Roebuck-Spencer, T., Domboski-Davidson, K., ... Adams, R. (2013). Efficacy of the ANAM General Neuropsychological Screening battery (ANAM GNS) for Detecting Neurocognitive Impairment in a Mixed Clinical Sample. *The Clinical Neuropsychologist*, 27(3), 376–385. <https://doi.org/10.1080/13854046.2012.762427>

Woods, B., Aguirre, E., Spector, A. E., & Orrell, M. (2012). Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005562.pub2>

- Xu, J., Zhang, Y., Qiu, C., & Cheng, F. (2017). Global and regional economic costs of dementia: a systematic review. *The Lancet*, 390, S47. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)33185-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)33185-9)
- Yoshida, H., Terada, S., Honda, H., Kishimoto, Y., Takeda, N., Oshima, E., et al. (2012). Validation of the revised Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE-R) for detecting mild cognitive impairment and dementia in a Japanese population. *International Psychogeriatrics*, 24(1), 28–37. <https://doi.org/10.1017/S1041610211001190>
- Young, D. K., Ng, P. Y., & Cheng, D. (2017). Psychoeducation Group on Improving Quality of Life of Mild Cognitive Impaired Elderly. *Research on Social Work Practice*. <https://doi.org/10.1177/1049731517732420>
- Zarit, S. H., Blazer, D., Orrell, M., & Woods, B. (2008). Throwing down the gauntlet: Can we do better than the MMSE? *Aging & Mental Health*, 12(4), 411–412. <https://doi.org/10.1080/13607860802201266>
- Zhao, W., Wu, R., Wang, S., Qi, H., Qian, Y., & Wang, S. (2018). Behavioral and neurophysiological abnormalities during cued continuous performance tasks in patients with mild traumatic brain injury. *Brain and Behavior*, 8(5), e00966. <https://doi.org/10.1002/brb3.966>
- Zolyniak, N., Schulte-Göcking, H., & Kraft, E. (2014). Neuroplasticity in Aging: Implications for Behavioral and Lifestyle Combined Interventions. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 30(1), 15–17. <https://doi.org/10.1097/TGR.0000000000000004>
- Zygouris, S., Ntovas, K., Giakoumis, D., Votis, K., Doumpoulakis, S., Segkouli, S., ... Tsolaki, M. (2017). A Preliminary Study on the Feasibility of Using a Virtual Reality Cognitive Training Application for Remote Detection of Mild Cognitive Impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 56(2), 619–627. <https://doi.org/10.3233/JAD-160518>
- Zygouris, S., & Tsolaki, M. (2015). Computerized Cognitive Testing for Older Adults: A Review. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 30(1), 13–28. <https://doi.org/10.1177/1533317514522852>

