

Piloto de Entrenamiento Cognitivo Informatizado BHCA: Análisis del ajuste óptimo de niveles de dificultad

Autora: Alaitz Inchaustegui Llopis

Tutores: Gabriele Cattaneo y Javier Solana

Máster Universitario en Rehabilitación Neuropsicológica y Estimulación Cognitiva.
Edición 2020-21

Data de entrega: 31 de mayo de 2021

Índice de contenidos

Índice de contenidos	2
Abstract.....	3
Resumen.....	3
Resum.....	4
Introducción	5
Envejecimiento y salud cerebral	6
Entrenamiento Cognitivo Informatizado en adultos sanos	7
Piloto de Entrenamiento Cognitivo Informatizado.....	9
Metodología	9
Participantes	9
Brain Health Coaching App (BHCA)	10
Condiciones experimentales.....	12
Evaluación pre-post	12
Resultados	13
Análisis estadístico y de datos.....	13
Resultados.....	13
Discusión	18
Conclusiones	20
Referencias.....	21
Anexos	24

Abstract

Cognitive computer training (CCT) has been proven to be a key tool for preventing neurodegenerative diseases and promoting brain health. Although research on how the set of factors and elements related to usability influence user response has been deeply explored, many environments and devices still face important challenges regarding user satisfaction and adherence.

This paper seeks to analyse a computer-based cognitive training pilot with the aim of assessing the optimal difficulty setting to promote training adherence and a satisfactory user experience. Through a pseudo-randomized selection, 64 participants of the Barcelona Brain Health Initiative program were chosen to participate in an experiment, controlling for age (presence of participants in each five-year age range from 40-45 to 60-65) and sex (31 women and 33 men). Participants were randomly assigned to one of the two experimental groups and completed a 4-week CCT using the Brain Health Coaching App (BHCA). Participants in Group 1 performed the training with a low difficulty level setting, while participants in Group 2 performed the training with a high difficulty level setting.

Results show that users in Group 1 dedicated more time, executed more tasks and sessions than users in the Group 2. At the same time, there were no statistically significant differences in the user experience of these two groups. These results allow to conclude that a low difficulty level setting and, therefore, performance of tasks closer to user's maximum cognitive capacity, promotes motivation and consequent adherence to cognitive training.

Key words: computerized cognitive training; adherence; user experience; brain health

Resumen

El entrenamiento cognitivo informatizado es una herramienta clave para prevenir enfermedades neurodegenerativas y promover la salud cerebral. Si bien se ha investigado sobre factores relacionados con la usabilidad de las aplicaciones que influyen en la respuesta del usuario, muchos programas y dispositivos aún se enfrentan a importantes desafíos con respecto a la experiencia y a la adherencia del usuario al programa de entrenamiento.

En el presente trabajo se analiza un piloto de entrenamiento cognitivo informatizado (CCT) con el objetivo de evaluar el ajuste de dificultad óptimo para promover la adherencia al entrenamiento y una satisfactoria experiencia de usuario.

64 participantes del programa Barcelona Brain Health Initiative han sido seleccionados pseudoaleatoriamente controlando las variables de edad (presencia de participantes en cada rango de edad de cinco años de 40-45 a 60-65) y el sexo (31 mujeres y 33 hombres). Posteriormente han sido asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos experimentales. Los

participantes han realizado un CCT de 4 semanas de duración a través de la aplicación Brain Health Coaching App (BHCA). Uno de los grupos ha realizado el entrenamiento con un ajuste de nivel de dificultad bajo (retomaban la tarea 3 niveles por debajo del nivel donde cometían el error) y el otro grupo con un ajuste de nivel alto (retomaban la tarea 8 niveles por debajo).

Los resultados nos permiten concluir que un ajuste bajo de nivel de dificultad y, por lo tanto, la realización de tareas cercanas a la capacidad cognitiva máxima del usuario promueve la motivación y la consecuente adherencia al entrenamiento cognitivo.

Palabras clave: entrenamiento cognitivo informatizado; adherencia; experiencia de usuario; salud cerebral.

Resum

L'entrenament cognitiu informatitzat és una eina clau per prevenir malalties neurodegeneratives i promoure la salut cerebral. Si bé s'ha investigat sobre factors relacionats amb l'usabilitat de les aplicacions que influeixen en la resposta de l'usuari, molts programes i dispositius encara s'enfronten a importants desafiaments pel que fa a l'experiència i a l'adherència de l'usuari al programa d'entrenament.

En el present treball s'analitza un pilot d'entrenament cognitiu informatitzat (CCT) amb l'objectiu d'avaluar l'ajust de dificultat òptim per a promoure l'adherència a l'entrenament i una satisfactòria experiència d'usuari.

64 participants del programa Barcelona Brain Health Initiative han estat seleccionats pseudoaleatoriament controlant les variables d'edat (presència de participants de cada rang d'edat de cinc anys de 40-45 a 60-65) i el sexe (31 dones i 33 homes). Posteriorment han estat assignats aleatòriament a un dels dos grups experimentals. Els participants han realitzat un CCT de 4 setmanes de durada a través de l'aplicació Brain Health Coaching App (BHCA). Un dels grups ha realitzat l'entrenament amb un ajust de nivell de dificultat sota (reprenien la tasca 3 nivells per sota del nivell on cometien l'error) i l'altre grup amb un ajust de nivell alt (reprenien la tasca 8 nivells per sota).

Els resultats ens permeten concloure que un ajust baix de nivell de dificultat i, per tant, la realització de tasques pròximes a la capacitat cognitiva màxima de l'usuari promou la motivació i la conseqüent adherència a l'entrenament cognitiu.

Paraules clau: entrenament cognitiu informatitzat; adherència; experiència d'usuari; salut cerebral.

Introducción

El proceso envejecimiento es un fenómeno universal que afecta a todos los seres vivos. Se asocia a una declinación general de las funciones fisiológicas, entre las cuales no se hallan exentas las funciones mentales, que trae como consecuencia un deterioro cognitivo, el cual es un declinar, brusco o continuo en una o varias de las funciones intelectuales del individuo previamente desarrolladas (Araujo et al., 2010).

Conforme envejecemos se producen cambios en las funciones cognitivas que se caracterizan por el declive en determinados aspectos como la atención, memoria y las funciones ejecutivas (Villavicencio et al., 2020).

Atención

La atención es la capacidad de generar, mantener y dirigir un estado de activación adecuado para el procesamiento correcto de la información. Los circuitos de la atención están en la corteza cerebral de la zona frontal, en el área llamada prefrontal, y controlan la memoria de trabajo, la atención y la inhibición de las respuestas (Arriola et al., 2017).

La atención es una función cognitiva compleja, su propósito es generar y mantener un estado de activación mental para orientar, seleccionar y procesar información específica que proviene de fuentes de estimulación externas o internas y al mismo tiempo inhibir los estímulos no pertinentes (Aguilar et al., 2018).

El declive de esta función en el envejecimiento normal se caracteriza por enlentecimiento en el procesamiento de información, es determinante en la alteración de los procesos de selección y vigilancia. Cuando se enfrentan dificultades para interpretar correctamente y reconocer situaciones adecuadamente, se establece el deterioro funcional de la atención (Aguilar et al., 2018).

Memoria

La memoria es un proceso mental de orden superior que empieza a declinar de manera natural por el propio envejecimiento. Se considera una función que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar, recuperar y evocar la información previamente almacenada (Portellano, 2005 citado en Villavicencio et al., 2020). La conceptualización de la memoria comprende la memoria declarativa (episódica y semántica) y la no declarativa (Arriola et al., 2017).

Se ha demostrado que durante el envejecimiento el proceso de memoria presenta cierto grado de declinación fisiológica. La edad ejerce un efecto significativo sobre la memoria, puesto que declina la capacidad para recordar nueva información. Los adultos mayores sanos presentan mayor declive en la memoria episódica y de evocación que en la semántica y de consolidación. Así mismo el envejecimiento afecta la codificación de nueva información, sobre todo cuando requiere procesamiento estratégico (Jurado et al., 2013).

Funciones Ejecutivas

El término funciones ejecutivas se refiere a procesos cognitivos multidimensionales que incluyen la memoria de trabajo, la planificación, el razonamiento, la resolución de problemas, el juicio, el mantenimiento de un comportamiento orientado a un objetivo, etc. y estas habilidades son particularmente importantes para el funcionamiento efectivo en la vida diaria, especialmente en situaciones nuevas, complejas o exigentes. (L. Mowszowski et al., 2016). Las funciones ejecutivas incluyen un conjunto amplio de funciones, entre las que se incluyen la flexibilidad cognitiva, el razonamiento inductivo o la capacidad de planificación. Las funciones ejecutivas se han relacionado de forma más intensa con áreas prefrontales (Arriola et al., 2017).

Las funciones ejecutivas muestran cambios con el paso de los años; el funcionamiento ejecutivo de los adultos mayores sanos por lo general, presenta indicios de disfunción, incluyendo excesiva rigidez mental, alteración de la atención, enlentecimiento del procesamiento de la información y dificultades para la toma de decisiones (Binotti et al., 2009).

Envejecimiento y salud cerebral

Las proyecciones indican que para el 2050 habrá más del doble de personas mayores de 65 años que de niños menores de cinco años. Se calcula que en el año 2050, el número de personas de 65 años o más en todo el mundo también superará el número de adolescentes y jóvenes de 15 a 24 años (ONU, 2019)

Al mismo tiempo, la edad avanzada es el principal factor de riesgo para el desarrollo de los trastornos cerebrales neurológicos y psiquiátricos, puesto que el envejecimiento se asocia con una mayor prevalencia de enfermedades como la epilepsia, accidentes cerebrovasculares, enfermedades neuropsiquiátricas y enfermedades neurodegenerativas (Barnett et al., 2012).

Por este motivo, el rápido crecimiento del porcentaje de personas mayores va acompañado del aumento exponencial del número de adultos mayores que sufrirán deterioro cognitivo y demencia en las próximas décadas (Ballesteros et al., 2015). Así pues, la prevención del deterioro cognitivo en la población es importante, ya que puede reducir los altos costes de los recursos sociales, sanitarios y asistenciales consumido por enfermedades neurocognitivas como la demencia (Ballesteros et al., 2017).

Salud cerebral

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la salud cerebral es un concepto que abarca el desarrollo neuronal, la plasticidad, el funcionamiento y la recuperación a lo largo de la vida. La buena salud cerebral es un estado en el que cada individuo puede realizar sus propias capacidades y optimizar su funcionamiento cognitivo, emocional, psicológico y conductual para hacer frente a situaciones de la vida. Numerosos determinantes sociales y biológicos interconectados (incluida la genética) juegan un papel en el desarrollo y la salud del cerebro desde la preconcepción hasta el final de la vida. Estos determinantes influyen en la forma en que nuestro cerebro se desarrolla, se

adapta y responde al estrés y la adversidad, dando paso a estrategias tanto de promoción como de prevención a lo largo de la vida.

El concepto de reserva cognitiva se ha propuesto como factor protector que puede reducir el riesgo de aparición de demencia y deterioro cognitivo (Y. Stern, 2012).

La reserva cognitiva se refiere a la capacidad del cerebro para hacer frente o compensar la neuropatología o el daño cerebral (Y. Stern, 2012). Es un mecanismo activo que facilita el uso flexible de la reserva cerebral disponible a través de estrategias y procesamiento de información eficientes; las personas con una reserva cognitiva más alta pueden afrontar mejor el daño neuronal que las personas con una reserva cognitiva más baja. Por tanto, la reserva cognitiva puede facilitar el rendimiento cognitivo incluso en caso de deterioro cerebral y actuar como un mecanismo dinámico, flexible y "plástico" en el cerebro (Mondini et al., 2016).

Los estudios han demostrado que un aumento la actividad cognitiva puede estimular (o aumentar) la reserva cognitiva y tener un efecto amortiguador contra el rápido deterioro cognitivo (C. Stern & Munn, 2010).

De este modo, la reserva cognitiva se considera un elemento protector de la degeneración de las capacidades cognitivas y puede aumentar en función de las actividades diarias de la persona (Gudayol-Ferré et al., 2019).

Entrenamiento Cognitivo Informatizado en adultos sanos

El Entrenamiento Cognitivo es una intervención conductual que estimula la cognición proporcionando estrategias y/o habilidades teóricas guiadas que normalmente implican prácticas guiadas o supervisadas en tareas que reflejan una variedad de dominios cognitivos (Mowszowski et al. 2010).

La investigación en adultos mayores sanos sugiere que el Entrenamiento Cognitivo ofrece una promesa considerable como técnica preventiva, puesto que al retrasar el deterioro cognitivo y al promover la construcción de reserva cognitiva reduce la incidencia de enfermedad (Mowszowski et al., 2010). El deterioro cognitivo en adultos mayores mejora con la aplicación del programa de ejercicios prácticos de estimulación cognitiva en las áreas de memoria, lenguaje, cálculo, atención, concentración, gnosia y praxias (Araujo et al., 2010).

El Entrenamiento Cognitivo Informatizado (Computerized Cognitive Training; CCT) es un enfoque de entrenamiento cognitivo muy común, basado en ejercicios repetidos y práctica controlada enfocados a procesos cognitivos específicos. Consiste en juegos y ejercicios para trabajar diversas funciones cognitivas; normalmente personalizados e incorporan niveles de dificultad graduales y aprendizaje independiente (Mowszowski et al. 2010).

El CCT se puede adaptar a las necesidades individuales, es intrínsecamente seguro y económicamente hablando se puede aplicar en varios entornos clínicos y comunitarios. Asimismo, implica una práctica estructurada y

estandarizada que ofrece varias ventajas sobre los métodos tradicionales como interfaces visualmente atractivas, recompensa eficiente y escalable, y la capacidad de adaptación constante (Lampit et al., 2014).

Al mismo tiempo, la introducción de elementos lúdicos-recreativos, por un lado, y la sistematización de los refuerzos por otro, tiene un efecto significativo sobre la motivación, lo cual potencia los beneficios logrados por los programas tradicionales sobre la estimulación cognitiva (Fernández-Calvo et al., 2011)

Variables del Entrenamiento Cognitivo Informatizado

La literatura contrasta diferentes características que potencian la eficacia del entrenamiento; entre ellas la correcta dosis de CCT; sesiones cortas de menos de 30 min pueden ser ineficaces, son más eficaces si duran entre 30 y 60 minutos (Lampit et al., 2014; Rosell, 2018). Siguiendo con el mismo estudio, se demuestra que realizar el entrenamiento más de tres veces por semana neutraliza la eficacia de la CCT indicando que existe una dosis máxima de CCT, después de la cual factores como la fatiga cognitiva puede interferir en los resultados del entrenamiento (Lampit et al., 2014).

Por otra parte, una variedad de factores de diferencia individual pueden contribuir a la participación del usuario y la adherencia al entrenamiento, como la capacidad inicial del usuario para realizar la tarea y la motivación intrínseca de uno para completar un programa de entrenamiento cognitivo (Katz et al., 2014).

En este sentido, se tiene en cuenta la idea de 'reto óptimo', como punto de encuentro entre el nivel de dificultad de la tarea, característico de una actividad, y las habilidades de las que dispone la persona para resolver la tarea (Barberá Heredia, 2002). La activación motivacional no depende sólo de la novedad o interés intrínseco del trabajo en cuestión, sino de la correspondencia entre ésta y los recursos personales de los que se dispone para afrontar la situación. Cuando los retos superan las competencias individuales se genera un estado de ansiedad por exceso de dificultad y por el contrario, si las habilidades superan con creces los retos, el individuo se mostrará aburrido y, por lo tanto, poco motivado (Barberá Heredia, 2002).

El estudio realizado por Rosell (2018) destaca la necesidad de crear diseños que permitan identificar aspectos que favorezcan la motivación y compromiso con la estimulación cognitiva por parte de las personas, lo que permitirá maximizar los resultados de la intervención.

En cuanto a las características de la plataforma del programa de estimulación cognitiva, deben ser fáciles de usar y accesibles; aspecto que se puede asegurar mediante la realización de pruebas que evalúen la calidad de interacción del individuo con la interfaz y la evaluación de su facilidad de uso. Así pues, una plataforma con estas características aumentará la adherencia a la realización de actividades durante periodos de tiempo más prolongados y favorecerá una mayor efectividad (Rosell, 2018).

Piloto de Entrenamiento Cognitivo Informatizado

El objetivo principal de este piloto de entrenamiento cognitivo es evaluar la experiencia del usuario y la viabilidad de un programa de CCT con adultos sanos utilizando la herramienta Brain Health Coaching App (BHCA).

Se han evaluado diferentes aspectos de usabilidad y de funcionamiento de la aplicación y de las tareas. Se han comparado diferentes modalidades de entrenamiento en términos de dosis y niveles de dificultad con la finalidad de maximizar la adherencia del usuario.

Concretamente este análisis se focaliza en el ajuste de nivel de dificultad de las tareas con la finalidad de evaluar cual es el más adecuado para potenciar la adherencia de los usuarios al entrenamiento.

Metodología

Participantes

La muestra la formaban 64 participantes del programa Barcelona Brain Health Initiative, un estudio iniciado en 2017 con el objetivo de comprender y caracterizar los marcadores biológicos, conductuales y ambientales, y sus interacciones, relacionados con el mantenimiento de la salud cerebral en la mediana edad y la vejez (Cattaneo et al., 2018, 2020).

Los participantes fueron seleccionados pseudoaleatoriamente controlando las variables de edad (presencia de participantes de cada rango de edad. Tabla 2) y el sexo (31 mujeres y 33 hombres. Tabla1). Al mismo tiempo se recogieron datos de su educación académica y se clasificaron por: estudios superiores (N=44), educación secundaria (N=16) y estudios básicos (N=4) (Tabla 3).

Se contactó con los participantes a través del correo electrónico para preguntar si tenían interés en participar en el estudio y se les informó sobre las características del entrenamiento. Una vez firmado el consentimiento informado, se les indicó como descargar la aplicación y como iniciar el entrenamiento cognitivo. Posteriormente los participantes fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos experimentales.

Grupo	Sujetos	Género	
		Mujeres	Hombres
1	42	21	21
2	22	10	12
Total	64	31	33

Tabla1 Participantes totales y separados por género y asignados a cada uno de los grupos experimentales (1= ajuste de nivel bajo, 2= ajuste de nivel alto).

Grupo	Edad				
	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65
1	7	10	7	9	9
2	2	2	4	8	6
Total	9	12	11	17	15

Tabla 2 Participantes estratificados por cada rango de edad, y asignado a cada uno de los grupos experimentales (ajuste de nivel bajo, ajuste de nivel alto).

Educación	N
Estudios Superiores	44
Educación secundaria	16
Estudios básicos	4

Tabla3 Nivel de estudios

Brain Health Coaching App (BHCA)

Este piloto consiste en la aplicación de un programa de entrenamiento cognitivo a través de la aplicación *Brain Health Coaching App (BHCA)*, una aplicación para dispositivos móviles programada para estimular cognitivamente a adultos sanos.

Esta solución tecnológica se enmarca dentro del programa Barcelona Brain Health Initiative (Cattaneo et al., 2018, 2020) y tiene como objetivo mejorar la salud cerebral de las personas mediante un servicio de coaching basado en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Se centra en fomentar el empoderamiento del usuario, a través de estrategias motivadoras que le ayuden y acompañen en el proceso de incorporar nuevos hábitos de vida saludable. De este modo, el objetivo final es promover hábitos activos y saludables en la población, diseñados específicamente para mejorar los denominados 7 pilares de la salud cerebral. Estos 7 pilares buscan fomentar el entrenamiento cognitivo, la actividad física, el seguimiento de una dieta mediterránea, la socialización, el higiene del sueño, la orientación del plan vital y aspectos de salud general.

En este piloto, nos centramos en el pilar de entrenamiento cognitivo. Consiste en un programa formado por 12 tareas diseñadas para entrenar diferentes funciones cognitivas como la velocidad de procesamiento, la atención, la memoria y las funciones ejecutivas.

A continuación, se describen brevemente las tareas:

Calculadora humana: Consiste en una tarea de memoria de trabajo en la que el usuario tiene que ir haciendo operaciones matemáticas mentalmente, que se van complicando a medida que se avanza de nivel.

¿Hacemos parejas?: Se trata de un juego comúnmente llamado Memory. El objetivo del juego es encontrar todas las parejas. Conforme se va avanzando de nivel la cantidad de cartas es mayor y el tiempo para realizar la tarea disminuye.

Forma o color: Aparece una imagen y en función del símbolo que le acompaña se deberá seleccionar la imagen que corresponde a la misma forma o al mismo color. A medida que avanzan niveles, el tiempo de presentación de forma o color, es menor, así como el tiempo para responder.

Soles y lunas: Consiste en la repetición inmediata de una serie de estímulos que aparecen en la pantalla. Hay un tiempo máximo para indicar la secuencia. Las secuencias cada vez son más largas y el tiempo para responder va disminuyendo.

Memoria de letras: En esta tarea el usuario debe decir si el estímulo presentado es el mismo que se le ha presentado anteriormente. Conforme avanza el nivel va aumentando se va modificando el número de posiciones anteriores con la que se debe comparar el estímulo.

Suma las monedas: Consiste en ir seleccionando las monedas que suman la cantidad de dinero presentada al inicio de la tarea con el menor número de monedas posible. Cada vez que se suma la cantidad correctamente la dificultad aumenta.

¡Rápido! Igual o diferente: El usuario debe seleccionar la imagen que corresponde al estímulo que se le presenta. Cada vez dispone de menos tiempo para responder y las imágenes son más parecidas entre sí.

Viaje a la luna: Los usuarios tienen que mantener la información visual más relevante durante un periodo de tiempo breve. En una cuadrícula aparecen durante unos segundos una serie de estímulos que el usuario debe recordar para después trazar un recorrido sin seleccionar las cuadrículas en las que han aparecido los estímulos anteriormente. La cuadrícula va aumentando a medida que van pasando de nivel, el número de estímulos a evitar también y el tiempo de presentación de los estímulos se va reduciendo.

¿Apareció antes?: Aparecen una serie de símbolos en la pantalla durante unos segundos. Posteriormente aparece una nueva serie de símbolos y el usuario debe responder si todos los símbolos se encontraban en la serie anterior. El tiempo máximo para responder va disminuyendo y la longitud de las series va aumentando.

Busca las figuras: Consiste en la repetición inmediata de una serie de figuras en el mismo orden en el que se han presentado. Las figuras se presentan de una en una y con un orden determinado. El tiempo para responder y el tiempo de exposición del estímulo van disminuyendo mientras que la cantidad de figuras va aumentando.

Números engañosos: Se trata de inhibir la respuesta automática en favor de otras respuestas más inusuales.

Se presenta un número en grande formado por números pequeños, en función del color que sean los números debes responder con el número grande o con los pequeños que lo componen. El tiempo para responder va disminuyendo.

De menor a mayor: Es una tarea de secuenciación que consiste en ordenar de menor a mayor una serie de números dados. La cantidad de números va aumentando y en niveles superiores aparecen números negativos y operaciones matemáticas.

Condiciones experimentales

El entrenamiento cognitivo tuvo una duración de cuatro semanas. Para estudiar la variable de interés se manipuló el ajuste de nivel de dificultad en las tareas. La mitad de los participantes realizaron tareas con un ajuste de 3 niveles (ajuste bajo), es decir, cuando cometían un error en la tarea la próxima vez que la utilizaban empezaban tres niveles por debajo del nivel en el que habían cometido el error. La otra mitad realizó las tareas con un ajuste de 8 niveles (ajuste alto).

De este modo, se formaron 2 grupos con 2 condiciones experimentales diversas:

Grupo	Ajuste nivel
1	Bajo
2	Alto

Evaluación pre-post

Por otra parte, los participantes también contestaron un *Cuestionario de Experiencia de Usuario* con la finalidad de evaluar de forma simple y rápida la impresión del producto y cómo la progresión de la dificultad de la tarea impacta en la experiencia y motivación del usuario. Los participantes han respondido un cuestionario por cada una de las tareas. El Cuestionario de Experiencia de Usuario contiene 6 dimensiones con 26 ítems en total. Las 6 dimensiones son: atractivo, eficiencia, claridad, confiabilidad, originalidad, estimulación (Rauschenberger et al., 2013). En nuestro cuestionario hemos seleccionado 1 pregunta por cada dimensión. En el apartado de Anexos se adjunta el cuestionario completo.

Con la finalidad de analizar los resultados obtenidos con relación al ajuste de nivel de dificultad se han seleccionado dos ítems del cuestionario (ítems 2 y 6) para saber si el ajuste de nivel (bajo o alto) interfiere en la experiencia de usuario.

Ítem 2: *“Las primeras sesiones son aburridas, ya que los niveles de dificultad suben muy lentamente”.*

Ítem 6: *“El ajuste de nivel en cuanto el error lo encuentro adecuado a mi rendimiento”.*

Resultados

Análisis estadístico y de datos

Per valorar la adherencia de los participantes hemos hecho una comparación entre grupos con diferentes ANOVAs de un factor utilizando la variable grupo como factor y las variables tareas totales ejecutadas, tiempo total de dedicación y numero de sesiones como variables dependientes.

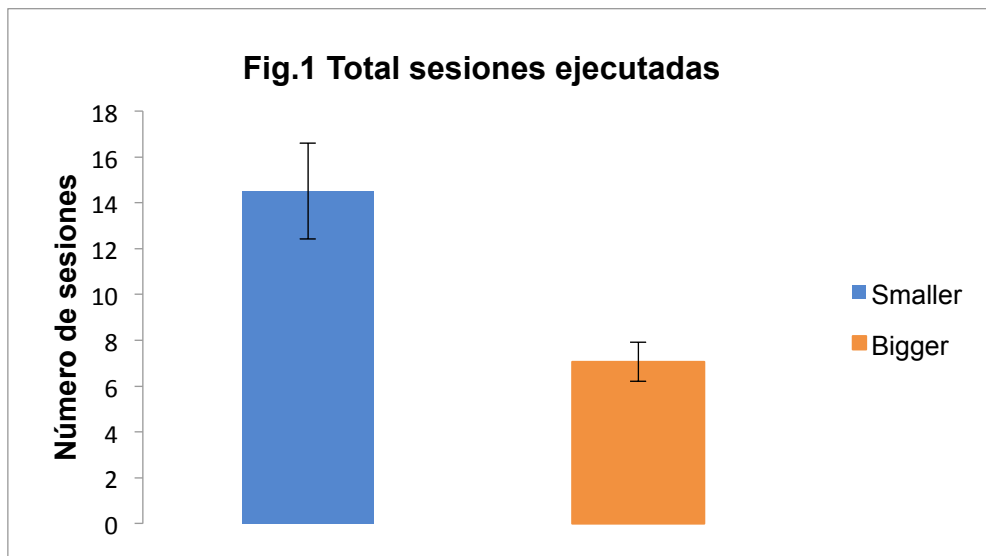
Asimismo, para entrar en detalle de cada tarea hemos repetido este tipo de análisis, pero utilizando número de veces que se ha realizado cada tarea y tiempo de dedicación de cada tarea como variables dependientes.

Resultados

En términos generales observamos que los grupos con un ajuste de nivel bajo han realizado más sesiones de entrenamiento que los grupos con un ajuste de nivel más alto ($F=6.096$; $p=0.012$; Fig.1). El grupo con ajuste de nivel bajo ha realizado una media de 14,52 sesiones mientras que el grupo con ajuste de nivel alto han ejecutado una media de 7,06 sesiones (Tabla 4).

Ajuste Nivel	Media	Desviación estándar	N
Bajo	14,52	12,034	33
Alto	7,06	3,508	17
Total	11,98	10,551	50

Tabla 4. Sesiones ejecutadas

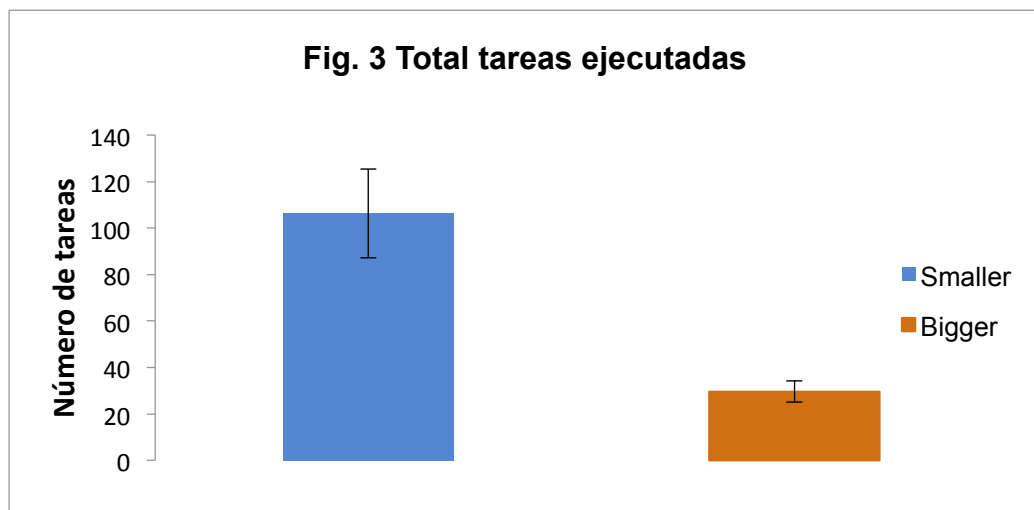


*Smaller= Ajuste de nivel bajo Bigger= Ajuste de nivel alto

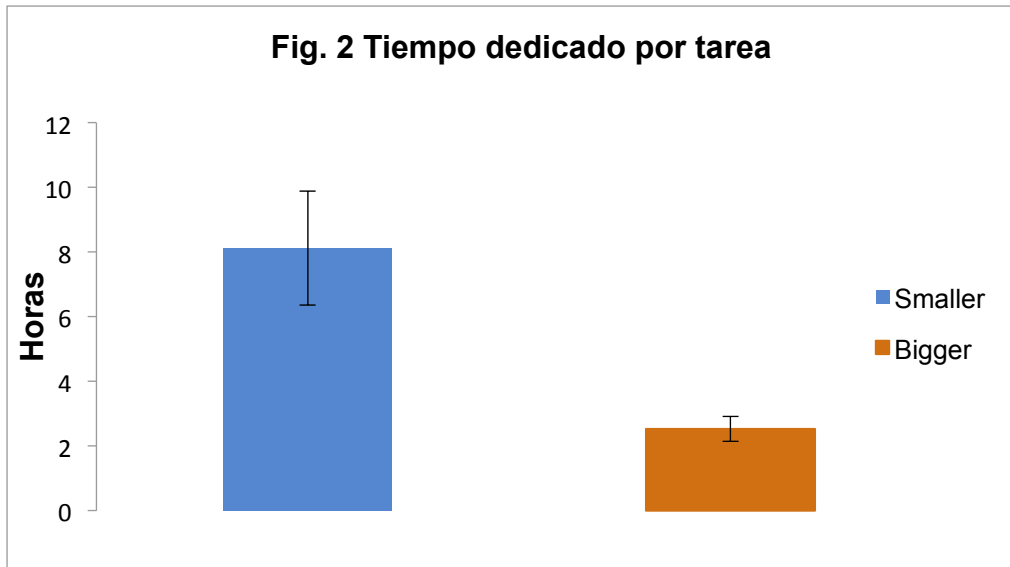
Siguiendo en la misma línea, se observa un mayor tiempo dedicado por tarea en los grupos con un ajuste de nivel bajo ($F=5.569$; $p=0.023$; Fig.2) así como un mayor número total de tareas ejecutadas ($F=8.902$; $p=.005$; Fig.3). Si nos fijamos en la Tabla 5 observamos que el grupo con ajuste de nivel bajo ha dedicado una media de 8,11 minutos por tarea mientras que el otro grupo ha dedicado una media de 2,53 minutos por cada tarea ejecutada.

Ajuste Nivel	Media	Desviación estándar	N
Bajo	8,1164	10,12819	33
Alto	2,5304	1,58476	17
Total	6,2172	8,65772	50

Tabla 5. Tiempo dedicado por tarea



*Smaller= Ajuste de nivel bajo Bigger= Ajuste de nivel alto



*Smaller= Ajuste de nivel bajo Bigger= Ajuste de nivel alto

En la Tabla 6 observamos que la media de tareas totales ejecutadas durante las 4 semanas de entrenamiento cognitivo por los usuarios del grupo de ajuste de nivel bajo es de 106,30 tareas y, por otro lado, observamos que el grupo de ajuste de nivel alto ha realizado una media de 29,59 tareas. Quedando así, una media total de 80,22 tareas durante las 4 semanas.

En la Tabla 7 observamos el número de ejecuciones promedio desglosado por tareas y por grupo. Encontramos diferencias entre los dos grupos estadísticamente significativas en el número de ejecuciones las tareas de *Calculadora humana* ($p=0.006$), *Suma las monedas* ($p=0.012$), *Memora de letras* ($p=0.017$), *¿Apareció antes?* ($p=0.033$), *Viaje a la luna* ($p=0.009$), *Busca las figuras* (0.023), *Números engañosos* ($p=0.047$) y *Soles y lunas* ($p=0.009$). En el resto de las tareas, las diferencias no son estadísticamente significativas, pero también sugieren que la dedicación es mayor en el grupo de ajuste alto. Asimismo, en ninguna de las tareas el grupo con ajuste alto supera el número de ejecuciones.

Ajuste Nivel	Media	Desviación estándar	N
Bajo	106,30	109,900	33
Alto	29,59	18,888	17
Total	80,22	96,704	50

Tabla 6 Tareas totales ejecutadas

Tarea	Grupo		
	Ajuste Bajo	Ajuste Alto	p
<i>Calculadora humana</i>	9.68 (7.83)	3 (1.73)	0.006*
<i>¿Hacemos parejas?</i>	15.73 (30.67)	2.5 (1.65)	0,221
<i>Suma las monedas</i>	11.6 (10.03)	3.86 (3.63)	0.012*
<i>Memoria de letras</i>	6.6 (5.54)	3 (1.46)	0.017*
<i>De menor a mayor</i>	15.77 (22.47)	3.76 (2.06)	0,072
<i>¿Apareció antes?</i>	6.84 (6.89)	2.29 (1.27)	0.033*
<i>Forma o color</i>	6.97 (8.34)	2.25 (1.48)	0,171
<i>¡Rápido! Igual o diferente</i>	6.03 (6.09)	2.25 (1.54)	0,094
<i>Viaje a la luna</i>	9.66 (8.52)	2.6 (1.35)	0.009*
<i>Busca las figuras</i>	8.17 (5.84)	3.45 (2.16)	0.023*
<i>Números engañosos</i>	10.71 (11.77)	3.6 (2.16)	0.047*
<i>Soles y lunas</i>	8.83 (7.82)	3.06 (1.61)	0.009*

Tabla 7. Número de ejecuciones de cada tarea

Cuestionario Experiencia de Usuario (ítems 2 y 6)

Referente a las respuestas obtenidas en los ítems 2 y 6 del Cuestionario de Experiencia de Usuario de cada tarea del entrenamiento cognitivo, no se observan diferencias significativas entre las respuestas de los dos grupos.

Se han categorizado las respuestas del cuestionario siendo 0=Totalmente en desacuerdo, 1=En desacuerdo, 3=Indiferente, 4=De acuerdo y 5=Totalmente de acuerdo.

Por una parte, el grupo con ajuste de nivel bajo en las respuestas obtenidas en el ítem 2 (“*Las primeras sesiones son aburridas porque los niveles de dificultad suben muy lentamente*”) observamos que la tarea con puntuación más baja es la de *¿Hacemos parejas?* (0.84) (Tabla 8) mientras que las dos tareas con puntuaciones más elevadas son *Forma o color* y *De menor a mayor* (2.72 y 2.73) (Tabla 8).

Por otra parte, en las respuestas obtenidas en este mismo ítem por el grupo con un ajuste de nivel alto se observa que la puntuación más alta se obtiene en la tarea *Forma o color* (2.70) seguida de la tarea *De menor a mayor* (2.58),

mientras que las puntuaciones más bajas se obtienen en las tareas *Recentprobe* (1.00) y *¿Hacemos parejas?* (1.08) (Tabla 8).

Por lo tanto, observamos que exceptuando la puntuación obtenida por el grupo de ajuste de nivel alto en la tarea de *Recentprobe*, los dos grupos coinciden con las tareas de puntuación más elevada (*Forma o color* y *De menor a mayor*) y la tarea con menor puntuación (*¿Hacemos parejas?*).

Referente a las respuestas obtenidas en el ítem 6 (“*El ajuste de nivel en cuanto al error lo encuentro adecuado a mi rendimiento*”) observamos que las tareas con puntuaciones más elevadas obtenidas por el grupo de nivel de ajuste bajo son *Forma o color* y *¿Hacemos parejas?* (3.11 y 3.00) mientras que la tarea con puntuaciones más bajas es la *De menor a mayor* (1.63) (Tabla 9).

Por lo que respecta al grupo con ajuste de nivel alto, la puntuación más elevada se obtiene en la tarea *VisualSpan* (3.10) y la puntuación más baja en la tarea *De menor a mayor* (1.42) (Tabla 9). Coincidiendo así en la tarea con menor puntuación en los dos grupos.

Tarea	Grupo		
	Ajuste Bajo	Ajuste alto	p
<i>Calculadora humana</i>	1.23 (1.42)	-	-
<i>¿Hacemos parejas?</i>	0.84 (0.80)	1.08 (0.78)	0,46
<i>Suma las monedas</i>	1.53 (0.91)	1.33 (1.00)	0,62
<i>Memoria de letras</i>	1.44 (0.98)	1.66 (1.07)	0,56
<i>De menor a mayor</i>	2.73 (0.73)	2.58 (0.90)	0,61
<i>¿Apareció antes?</i>	1.73 (1.16)	1.31 (0.63)	0,29
<i>Forma o color</i>	2.72 (0.82)	2.70 (0.48)	0,93
<i>¡Rápido! Igual o diferente</i>	1.33 (0.89)	1.00 (1.00)	0,71
<i>Viaje a la luna</i>	1.64 (1.2)	1.29 (0.82)	0,35
<i>Busca las figuras</i>	1.45 (0.93)	1.25 (0.70)	0,61
<i>Números engañosos</i>	1.21 (0.85)	1.53 (0.77)	0,27
<i>Soles y lunas</i>	1.52 (0.90)	2.1 (1.19)	0,16

Tabla 8. Respuestas Cuestionario Experiencia de Usuario Ítem 2

Tarea	Grupo		
	Ajuste Bajo	Ajuste Alto	p
<i>Calculadora humana</i>	2.69 (0.85)	-	-
<i>¿Hacemos parejas?</i>	3.00 (0.57)	2.91 (0.79)	0,77
<i>Suma las monedas</i>	2.87 (0.83)	2.77 (0.83)	0,81
<i>Memoria de letras</i>	2.00 (1.08)	2.33 (1.23)	0,44
<i>De menor a mayor</i>	1.63 (1.3)	1.42 (0.9)	0,62
<i>¿Apareció antes?</i>	2.93 (0.79)	2.61 (0.76)	0,29
<i>Forma o color</i>	3.11 (0.58)	2.80 (0.42)	0,15
<i>¡Rápido! Igual o diferente</i>	2.47 (0.91)	2.89 (0.78)	0,26
<i>Viaje a la luna</i>	2.86 (0.53)	3.00 (0.55)	0,49
<i>Busca las figuras</i>	2.54 (0.82)	2.85 (0.87)	0,36
<i>Números engañosos</i>	2.34 (0.97)	2.76 (0.43)	0,11
<i>Soles y lunas</i>	2.68 (0.73)	3.10 (0.31)	0,16

Tabla 9. Respuestas Cuestionario Experiencia de Usuario Ítem 6

Discusión

Varios estudios han investigado la eficiencia de los programas de entrenamiento cognitivo (Lampit et al., 2014; Katz et al. 2014). Al mismo tiempo, estudios como el de Lampit et al. (2014) determinan diferentes factores que interfieren en la eficiencia y eficacia del CCT incluyendo aspectos que influyen en la adherencia al entrenamiento como la duración de las sesiones, la rigidez o flexibilidad a la hora de determinar las dosis de entrenamiento. En este sentido, en el presente piloto se ha realizado un análisis de una variable (ajuste de niveles de dificultad) que puede influir en la adherencia al entrenamiento, apoyando así la idea de que la participación y la posterior eficacia y eficiencia de un entrenamiento cognitivo informatizado depende de varios factores.

Siguiendo en la misma línea, Katz et al. (2014) no hablan únicamente de variables externas que influyen en la participación del usuario, sino que especifican una serie de factores de diferencia individual que pueden contribuir en la adherencia al entrenamiento, como la capacidad inicial del usuario para realizar la tarea y la motivación intrínseca de uno para completar un programa de entrenamiento cognitivo. De la misma manera, en este piloto de entrenamiento de cuatro semanas de duración, se ha observado que variables como la motivación del usuario, pueden influir directamente en el tiempo de

dedicación al entrenamiento, en la cantidad de tareas realizadas y en definitiva, en el número de sesiones de CCT ejecutadas.

Paralelamente, la teoría motivacional del reto óptimo (Barberá Heredia, 2002) que indica la necesidad de ajustar el nivel de dificultad de la tarea cerca del nivel máximo de capacidad cognitiva del usuario para mantener su motivación en esta, se puede ver reflejada en los resultados obtenidos en el presente estudio puesto que el grupo con un ajuste de nivel más bajo de dificultad realiza una cantidad superior de sesiones durante las cuatro semanas, así como más tiempo de dedicación al entrenamiento y un mayor número de tareas que el grupo con un nivel de ajuste más elevado.

Del mismo modo, los resultados nos indican que una mayor motivación del usuario favorece la ejecución de entrenamiento. Este dato nos lleva a pensar que una mayor motivación promueve una mayor adherencia al entrenamiento. La lectura inversa de estos resultados, nos indica que cuando el usuario realiza actividades muy por debajo de su nivel de capacidad cognitiva, su motivación disminuye; por lo cual la dedicación en cuanto a sesiones ejecutadas, tareas realizadas y tiempo dedicado es menor.

Referente a la ejecución de cada grupo desglosado por tareas, observamos que en 8 de las 12 actividades las diferencias entre los dos grupos son significativas, indicando así que los usuarios del grupo con un ajuste de nivel menor han ejecutado más veces la misma tarea que el grupo con un ajuste mayor. Aunque en las 4 tareas restantes las diferencias no son estadísticamente significativas, en ningún caso observamos resultados inversos, es decir, existen diferencias (no estadísticamente significativas) que apoyan la misma tendencia: el grupo con un menor ajuste de nivel ha ejecutado más veces las tareas del entrenamiento cognitivo informatizado.

Por otra parte, si nos centramos en los resultados obtenidos en las respuestas del Cuestionario de Experiencia de Usuario de cada una de las tareas ejecutadas, no se concluyen diferencias de juicio significativas. Los usuarios no expresan más aburrimiento en la realización de las tareas ni manifiestan haber detectado un mal ajuste de nivel de dificultad durante la realización de estas. Pero tal y como se comenta anteriormente, en términos de ejecución y tiempo dedicado a cada tarea si se observan diferencias significativas entre los dos grupos.

Tal y como muestra Rosell (2008) en su estudio de revisión, las plataformas de estimulación cognitiva que son percibidas por el usuario como fáciles de usar y accesibles, aumentan la adherencia a la realización de actividades durante periodos de tiempo más largos. De este modo, con los resultados obtenidos a través del cuestionario de Experiencia de Usuario podemos considerar que los participantes de este piloto perciben la aplicación como accesible y fácil de usar, hecho que potencia la adherencia y la participación.

Conclusiones

En conclusión, el presente piloto nos indica que existen factores que influyen en la participación y en la adherencia del usuario al entrenamiento cognitivo informatizado. Asimismo, si el programa se adapta a las capacidades del usuario, su motivación será superior y, por lo tanto, la adherencia al entrenamiento también será mayor. Este dato nos indica la importancia de tener en cuenta el ajuste de dificultad a la hora de diseñar programas de entrenamiento cognitivo computarizado, puesto que una baja motivación a menudo conlleva a un abandono o un bajo seguimiento de este (Rosell, 2018).

Por otra parte, existe la necesidad de analizar otras características como pueden ser la dosis óptima, la rigidez a la hora de aplicar un CCT y la duración de este. Al mismo tiempo, evaluar la eficacia de la aplicación BCHA con relación a la mejora de las capacidades cognitivas de los usuarios, así como el aumento de la reserva cognitiva, es el siguiente paso para la posterior aplicación más extensa de este CCT.

Los resultados obtenidos en este piloto marcan una línea de investigación futura con el objetivo de ajustar al máximo el entrenamiento cognitivo informatizado a las características individuales de los usuarios para garantizar una buena experiencia de usuario y fomentar una adherencia a este. Todo ello con la finalidad de promover y mantener una buena salud cerebral en los adultos sanos.

Referencias

- Aguilar, S., Gutiérrez, L., & Samudio, M. A. (2018). Estimulación de la atención y la memoria en adultos mayores con deterioro cognitivo. In *Permanyer México*.
- Araujo, F. G., Adrián, D., Ruiz, D., Agustina, M., & Alemán, A. (2010). Cognitive training program in older adults. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 22(1), 26–31.
- Arriola, E., Carnero, C., Freire, A., López-Mogil, R., López-Trigo, J. A., Manzano, S., & Olazarán, J. (2017). Deterioro cognitivo leve en el adulto mayor. Documento de consenso. In *Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología*. https://www.segg.es/media/descargas/Consenso_deteriorocognitivoleve.pdf
- 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>
- Ballesteros, S., Mayas, J., Ruiz-Marquez, E., Prieto, A., Toril, P., Ponce de Leon, L., de Ceballos, M. L., & Reales Avilés, J. M. (2017). Effects of Video Game Training on Behavioral and Electrophysiological Measures of Attention and Memory: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Research Protocols*, 6(1), e8. <https://doi.org/10.2196/resprot.6570>
- Barberá Heredia, E. (2002). Modelos explicativos en Psicología de la Motivación. *Reme*, 5(10), 6.
- Barnett, K., Mercer, S. W., Norbury, M., Watt, G., Wyke, S., & Guthrie, B. (2012). Epidemiology of multimorbidity and implications for health care, research, and medical education: A cross-sectional study. *The Lancet*, 380(9836), 37–43. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60240-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60240-2)
- Binotti, P., Spina, D., & Donolo, D. (2009). *Binotti_Vol4_N2_119-126 2009*. 4, 119–126.
- Cattaneo, G., Bartrés-Faz, D., Morris, T. P., Sánchez, J. S., Macià, D., Tarrero, C., Tormos, J. M., & Pascual-Leone, A. (2018). The Barcelona brain health initiative: A cohort study to define and promote determinants of brain health. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10(OCT). <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00321>
- Cattaneo, G., Bartrés-Faz, D., Morris, T. P., Sánchez, J. S., Macià, D., Tormos, J. M., & Pascual-Leone, A. (2020). The Barcelona Brain Health Initiative: Cohort description and first follow-up. *PLoS ONE*, 15(2), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228754>
- Fernández-Calvo, B., Rodríguez-Pérez, R., Contador, I., Rubio-Santorum, A., &

- Ramos, F. (2011). Eficacia del entrenamiento cognitivo basado en nuevas tecnologías en pacientes con demencia tipo Alzheimer. *Psicothema*, 23, 44–50.
- Gudayol-Ferré, E., Romero, L., & Padrós-Blázquez, F. (2019). Fluidez verbal, inteligencia y velocidad de procesamiento en adultos jóvenes con y sin actividad escolar: el impacto de la reserva cognitiva en adultos jóvenes. *Revista Chilena de Neuropsiología*, 14(2), 30–34.
- Jurado, M. A., Pueyo, R., & Mataró, M. (2013). Neuropsicología de las enfermedades neurodegenerativas. In *Editorial Síntesis* (Vol. 1, Issue 1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252><http://dx.doi.org>
- Katz, B., Jaeggi, S., Buschkuhl, M., Stegman, A., Shah, P., Voss, M. W., Lövdén, M., Baniqued, P. L., & Cosman, J. (2014). *Differential effect of motivational features on training improvements in school-based cognitive training*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00242>
- 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). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
- Mondini, S., Madella, I., Zangrossi, A., Bigolin, A., Tomasi, C., Michieletto, M., Villani, D., Di Giovanni, G., & Mapelli, D. (2016). Cognitive reserve in dementia: Implications for cognitive training. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8(APR). <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00084>
- Mowszowski, L., Lampit, A., Walton, C. C., & Naismith, S. L. (2016). Strategy-Based Cognitive Training for Improving Executive Functions in Older Adults: a Systematic Review. *Neuropsychology Review*, 26(3), 252–270. <https://doi.org/10.1007/s11065-016-9329-x>
- Mowszowski, Loren, Batchelor, J., & Naismith, S. L. (2010). Early intervention for cognitive decline: Can cognitive training be used as a selective prevention technique? *International Psychogeriatrics*, 22(4), 537–548. <https://doi.org/10.1017/S1041610209991748>
- ONU - Organização das Nações Unidas. (2019). World population prospects 2019. In *Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2019*. (Issue 141). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12283219>
- Rauschenberger, M., Schrepp, M., Perez-Cota, M., Olschner, S., & Thomaschewski, J. (2013). Efficient Measurement of the User Experience of Interactive Products. How to use the User Experience Questionnaire (UEQ). Example: Spanish Language Version. *International Journal of*

Interactive Multimedia and Artificial Intelligence, 2(1), 39.
<https://doi.org/10.9781/ijimai.2013.215>

Rosell, J. (2018). Cognitive stimulation for healthy older adults through computer-based programs: a review of the literature / Estimulación cognitiva para personas mayores sanas mediante programas computarizados: una revisión de la literatura. *Estudios de Psicología*, 39(2–3), 407–436. <https://doi.org/10.1080/02109395.2018.1494678>

Stern, C., & Munn, Z. (2010). Cognitive leisure activities and their role in preventing dementia: a systematic review. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 8(1), 2–17. <https://doi.org/10.1111/j.1744-1609.2010.00150.x>

Stern, Y. (2012). Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, 11(11), 1006–1012. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70191-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70191-6)

Villavicencio, E., Rodríguez, M., Guillermo, J., Robles, J., & Barbosa, A. (2020). Declive Cognitivo De Atención Y Memoria En Adultos Mayores Sanos. *Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology*, 14(1), 65–78. <https://doi.org/10.7714/CNPS/14.1.208>

Anexos

A continuación, se adjunta el Cuestionario de Experiencia de Usuario de la tarea “Busca las figuras” como ejemplo, se realizó el mismo cuestionario para cada una de las tareas ejecutadas.

Cuestionario Experiencia Usuario Tarea “Busca las figuras”

El siguiente cuestionario pretende recoger la valoración personal sobre diferentes aspectos relacionados con la experiencia que haya tenido el usuario al realizar la tarea “Busca las figuras”.

1. Me ha resultado fácil familiarizarme con la tarea y entender su funcionamiento.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Indiferente

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

2. Las primeras sesiones son aburridas, ya que los niveles de dificultad suben muy lentamente.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Indiferente

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

3. He realizado la tarea de forma rápida y eficiente.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Indiferente

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

4. Durante la realización de la tarea he sentido que tenía el control de la interacción. Lo que tenía que responder era predecible.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Indiferente

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

5. Considero que es una tarea interesante y motivadora.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Indiferente

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

6. El ajuste de nivel en cuanto el error lo encuentro adecuado a mi rendimiento.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Indiferente

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

7. Considero que el diseño de la tarea ayuda a captar mi interés y atención.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Indiferente

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

8. En términos generales, me ha gustado realizar esta tarea.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Indiferente

De acuerdo

Totalmente de acuerdo