

TRABAJO FIN DE GRADO

Plan de estudios: Grado de Psicología (Área de Investigación)

Revisión bibliográfica en el ámbito de la investigación:

Situación actual en el ámbito del "Brain training", ¿avance o retroceso?

JOSE MANUEL ACOSTA RODRÍGUEZ

Profesora Consultora: **Belén Jiménez Alonso**

Profesora Responsable: **Modesta Pousada Fernández**

Curso académico: Septiembre 2016-Enero 2017



Esta obra está sujeta a una licencia de [Reconeixement-NoComercial-SenseObra Derivada 3.0 Espanya de Creative Commons](#)

Copyright © 2016. Jose Manuel Acosta Rodríguez.
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

©Jose Manuel Acosta Rodríguez .

Reservados todos los derechos. Está prohibido la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la impresión, la reprografía, el microfilm, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

Índice

0. RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1.Polémica en el ámbito académico (2014) y denuncias a la industria (2016).....	9
2. OBJETIVOS Y SITUACIÓN.....	10
2.1.Distintas herramientas propuestas e introducción paulatina de uso de metodologías contrastadas en el “Brain training”	10
2.1.1.Propuesta de software de análisis de código abierto.....	10
2.1.2.Ejemplo de metodología de calidad empleada en un ensayo.....	11
2.1.3.Cifras económicas manejadas.....	14
3. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1.Fuentes de información y estrategias de búsqueda.....	16
3.2..Algoritmos utilizados de búsquedas de artículos en las distintas bases de datos.....	17
3.3.Cribado final, y documentos con los que hacer finalmente el estudio.....	18
4. RESULTADOS "CLÁSICOS" OBTENIDOS EN METAANÁLISIS DE ENSAYOS DE "BRAIN TRAINING": REPRESENTACIÓN GRÁFICA A MODO DE EJEMPLO.....	19
4.1.Tamaño del efecto.....	20
4.2.Medidas del tamaño del efecto.....	21
4.3.Gráficas “forest plot” (diagramas de bosque)	23
4.4.Análisis de los datos.....	24
4.5.Breve explicación de alguna de las abreviaturas, con comentarios teóricos incluidos que consideramos necesarios.....	15
4.6.Características de los estudios considerados.....	25
4.7.Resultados obtenidos en las pruebas efectuadas	26
4.8.Gráficas “forest plot” de resultados.....	27
5. DISCUSIÓN.....	34
5.1.Estudios más significativos y una de las críticas más completas reciente.....	34
5.1.1.Grupo de Simons (2016) sobre el estudio ACTIVE.....	34
5.1.2.Grupo de Simons (2016) y el informe del ‘Cognitive Training Data’	36
6. CONCLUSIONES.....	39
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
8. ANEXOS.....	50
8.1.Resumen de resultados sobre diversos metaanálisis/revisiones sistemáticas.....	50
8.2.Experimentos / Encuestas / Artículos significativos encontrados.....	55
8.3.Notas complementarias	58
8.4.Índice de tablas y figuras.....	59

0. RESUMEN

El estado actual del ya comúnmente conocido como "Brain training", entrenamiento cognitivo, algo como la implementación de juegos mentales para no sólo la neurorehabilitación de pacientes afectados, sino también para la estimulación y mejora de pacientes cognitivamente sanos, es aún contradictorio, aunque se señala en múltiples ensayos la conveniencia de seguir dados los prometedores beneficios que podrían dar lugar en un futuro, todavía no ha habido una fiabilidad y replicabilidad en la experimentación con resultados positivos excepto en muy pocos casos; además la presencia de la industria aplica una incómoda presión sobre el ámbito académico de investigación. Se estiman unas cifras de ventas milmillonarias en el año 2013 (dólares USA), (SharpBrains, 2013). Actualmente en el mercado coexisten varias firmas que producen material con cierto éxito en forma de suites, apps, etc., para dispositivos fijos o portátiles, por ejemplo, en educación el programa Cogmed (Pearson Education, 2010) y en estimulación Lumosity parecen ser de los programas con mayor aceptación, siguiendo en parte la senda que marcó Nintendo con Brain Training en el 2005.

En los últimos 5 años no han dejado de crecer exponencialmente los papers de investigación en esta materia, incluso artículos críticos sobre la situación existente con ánimo de conseguir resultados a partir de una investigación exquisita a la hora de la replicabilidad, con una clara exigencia de grupos de control en los experimentos, numéricamente amplios, junto a una trayectoria longitudinal que permita observar en perspectiva el desarrollo de las investigaciones. Ejemplos loables provienen de múltiples instituciones académicas y ámbitos pertenecientes a la investigación, publicándose bocetos de protocolos en investigación al respecto sobre tiempos de prueba y metodologías, junto a propuestas de software libre en el ámbito académico en un intento de unificar las tareas a medir.

Veremos detalladamente la situación actual de la cuestión, todavía hoy inmersa en incertidumbres.

Palabras clave: entrenamiento cognitivo, entrenamiento cognitivo, entrenamiento de la memoria de trabajo; entrenamiento de la atención; entrenamiento computerizado; video juego.

0. Abstract

The state of the art commonly known as "Brain training", something like the implementation of computerized cognitive games for not only neurorehabilitation of affected patients, but also to the stimulation and improvement of cognitively healthy patients, is still contradictory, although it is pointed out in multiple trials the desirability of following the promising benefits that could give rise in the future, there has not yet been a reliability and replicability in experimentation with positive results except in very few cases; in addition the presence of the industry applies an uncomfortable pressure on the academic scope of investigation. Sales figures are estimated of \$ 1,3 billion in 2013 (US dollars), (SharpBrains, 2013). In the market there are several firms that produce successful material in the form of suites, apps, etc., for desktop or portable devices, for example, software as the Cogmed RM (Pearson Education, 2010) or Lumosity for

stimulation appear to be more acceptance, to continue the path that marked Nintendo with Brain Training in 2005.

In the last 5 years, research papers on this subject have grown exponentially, including critical articles on the existing situation with the aim of achieving results from an exquisite research at the time of replicability, with a clear requirement of control group in the experiments, numerically ample, along with a longitudinal trajectory that allows to observe in perspective the development of the investigations. Laudable examples come from multiple academic institutions and fields of research, publishing draft research protocols on trial times and methodologies, along with free software proposals in the academic field in an attempt to unify the tasks to be measured.

Keywords: brain training; cognitive training; working memory training; attention training; computer training; video game.

Objetivo: Verificar el estado actual de los resultados en metanálisis y revisiones sistemáticas con criterio crítico, puesto que al no existir todavía una unificación de pruebas en la comunidad científica las revisiones siguen siendo en su mayoría narrativas, puesto que las variables en común comparadas suelen ser muy pocas de la totalidad de existentes en los propios estudios empíricos.

Metodología: Revisión bibliográfica de artículos publicados con preferencia en los últimos 10 años, en bases de datos (Cochrane, Medline, Pubmed, Elsevier, Google Scholar, etc.). Se seleccionaron 57 artículos de investigación, de los cuales 25 eran ensayos clínicos, 14 metaanálisis / revisiones sistemáticas y 7 artículos de revistas divulgativas especializadas, siendo con acceso completo unos 37 en total.

Las fechas van desde el 2008 al 2016, aunque principalmente son de esta década (2010 en adelante), siendo publicados en los últimos 5 años el 75% de los artículos tomados en consideración. Aparte se desestimaron artículos por múltiples razones: tener una relación difusa, poca profundidad, desfasados, etc.

Resultados: Los estudios siguen mostrándose contradictorios y variables, existiendo una grave falta de protocolos unificados a nivel investigación, a resaltar que los estudios revisados por pares publicados aún merecen una sólida evaluación crítica y que los escasos estudios positivos adolecen hasta la fecha de replicabilidad, la fiabilidad y la validez, pues generalmente parten de experimentos individuales que han sido únicamente ejecutados por muy pocos sujetos como elementos de muestra siendo la gran mayoría de las veces promovidos directa o indirectamente por la industria,. Aunque se han comprobado mejoras en áreas específicas (memoria, atención) que se han extendido en el tiempo todavía no se han podido verificar al completo, ni su posible extensión a otras áreas cognitivas.

Conclusiones: Todavía no se tienen respuestas concluyentes, en los muy pocos casos en los que se ha observado una tendencia estadísticamente significativa hacia la mejora de capacidades cognitivas, ésta sólo se ha mostrado de forma bastante modesta, sin

embargo la sugerencia por frentes académicos de herramientas de libre distribución como pieza esencial para unos estudios armónicos de una manera algo independiente a la industria promete ser una iniciativa positiva. Habrá que esperar a una acumulación de estudios y la comparación de estos, junto a la observación longitudinal de distintas muestras a lo largo de periodos mucho mayores de tiempo con muestras participadas por un número superior de sujetos; el único problema es que la industria se adelante al ámbito de la investigación y desvirtúe por las prisas en cierta manera los verdaderos logros que puedan ir apareciendo paulatinamente, no en vano las promesas de un entrenamiento cerebral ya sean con métodos de aprendizaje mágico y/o medicamentos llevan mucho tiempo entre nosotros, superando de largo la irrupción de los ordenadores domésticos. A nivel metodológico los futuros avances en el estudio de las funciones ejecutivas (FFEE) y la estimulación cognitiva al respecto incidirán muy seguramente en el "Brain training". Hoy en día, sólo tenemos evidencia de que estos juegos de "Brain training" mejoran efectivamente el desempeño en únicamente estos mismos juegos, pero pocas muestras de que ayuden a mejorar tareas parecidas y poquísimas que demuestren que existan mejoras en el desarrollo cognitivo cotidiano, mucho menos con un nivel de evidencia alto. Aparte de ello los graves sesgos existentes son dignos de señalar (sesgos de publicación; sesgos por culpa del efecto placebo), inherentemente unidos a la sombra alargada de la industria del entrenamiento mental. En conclusión podríamos en este momento afirmar que la búsqueda de maneras óptimas de entrenar al cerebro continúa siendo todavía sólo una muy prometedora área de investigación, con todo el potencial que conlleva esa apreciación calificativa sin alejarnos nunca del escepticismo de seguridad a causa de estar tratando temas de salud pública.

1. INTRODUCCIÓN

El efecto de los programas de "Brain training" en la mejora cognitiva en los últimos años se encuentra a nivel académico en un momento de plena ebullición, las preguntas clave propias del marketing del tipo: "Hype or hope?" (¿Globo exagerado o esperanza prometedora?) abundan en el interior de los artículos indexados de investigación que tratan de hacer revisiones sistemáticas -sin existir siquiera criterios claros metodológicos en la investigación de los efectos buscados-, y en las revistas científicas de divulgación. La mejora con la práctica no debe de extrañarnos, la práctica mejora el rendimiento en casi todas las tareas en las que los seres humanos se involucran, ya sea por ejemplo aprender a leer o jugar a las cartas, a nivel profesional se ha demostrado eficaz, por ejemplo, un dominio obtenido mediante entrenamiento por computadora como mejora del control en motricidad fina en cirujanos (Schlickum et al., 2009), así como el rendimiento en control de vuelo de los pilotos de vuelo a través de un mayor control atencional (Gopher et al., 1994). La cuestión clave es que si practicando un hábito cognitivo se llegará a producir una mejora en una capacidad cognitiva fundamental conocida como inteligencia "fluida" -factor g-, que a nivel académico todavía se considera inmutable, aunque en los últimos años han comenzado las primeras dudas: la capacidad de resolver problemas nuevos, aprender, razonar, poder ver las conexiones y llegar al fondo de las cosas. La memoria de

trabajo y el control cognitivo están en el corazón del funcionamiento intelectual, son parte de lo que nos diferencia de otras especies, permitiéndonos procesar selectivamente la información del ambiente, y utilizar esa información para hacer todo tipo de razonamiento y resolución de problemas. El problema ya estudiado y aún no resuelto en la estimulación y rehabilitación cognitiva de las funciones ejecutivas (FFEE), es que es fundamentalmente multifactorial, poliédrico, y condicionado muy de lleno por las emociones; tan significativo es que todavía no exista un protocolo de evaluación propiamente dicho al no estar delimitadas del todo este conjunto de funciones, valga la cita superficial de lo que abarcan estas funciones que pueden ir desde el razonamiento, al juicio social y ético, o incluso a la conciencia, pues los muchos avances recientes en psicología cognitiva todavía no han permitido disponer de un modelo teórico único que permita explicar los procesos cognitivos específicos de qué forma son controlados y coordinados durante la ejecución de las tareas cognitivas complejas, ante este desafío los programas de "Brain training" podrían antojarse a priori como demasiado ambiciosos, pero entre otros muchos problemas el aumento de la longevidad en las sociedades modernas impulsa a proseguir en el estudio de la cuestión por todos los frentes posibles, otra cuestión es que las administraciones públicas en temas de salud deban proteger como norma primordial a los consumidores ante publicidad engañosa, sin embargo como afirman los investigadores Fratiglioni y Qiu (2011) cualquier tipo de intervención que consiga posponer el inicio de la demencia habrá valido la pena.

Como registros internacionales de protocolos de revisiones sistemáticas de forma importante están el Cochrane, el PROSPERO (universidad de York) de la NHS británica, la Open Science Framework, PLoS y PeerJ, etc.; según la anteriormente denominada Cochrane Collaboration sólo tiene sentido realizar un buen metaanálisis (análisis y síntesis cuantitativa a partir de herramientas estadísticas) cuando se ha producido una revisión sistemática que incorpore todas las pruebas disponibles, en el campo del "Brain training" es evidente que todavía ello no es plenamente posible y lo que teóricamente se podría realizar de forma exhaustiva sería una revisión narrativa que se acerque y valore cualitativamente las revisiones sistemáticas y los metanálisis existentes, teniendo en cuenta que por ejemplo en este determinado caso, los niveles de evidencia todavía no son altos por falta de estudios con suficientes sujetos, criterios metodológicos débiles o inexistentes en conjunto por parte de la comunidad científica y otros factores conjuntos influyentes; el caos existente a la hora de tomar mediciones efectivas es digno de mención, puesto que nos encontramos en un estadio primordial de la cuestión y una gran mayoría de ensayos pueden llegar a encuadrarse como simplemente preliminares.

Mucho software comercial conocido y potente podemos ya encontrar en el mundo del "Brain training" en formas de suites o apps como las conocidas Lumosity, Cogmed, BrainHQ, Jungle Memory, NeuronUp, Rehacom, CogniFit, Smartbrain, Gradior, NeuroRacer, etc., listos para ser testados en periodo de prueba muchas veces cómodamente desde casa, y que luego piden suscripciones mensuales o anuales para "permitir mejorar" cognitivamente tanto a los sujetos normales, como a niños o personas con trastornos o enfermedades.

En la evaluación de los "Brain training", hay que contemplar los costes de oportunidad. Cuando se juega o practica al "Brain training" por ejemplo, ese preciso tiempo no se dedica ni a la lectura, hacer ejercicio, bailar, jugar con los nietos, bricolaje, etc., que pueden beneficiar claramente a la salud cognitiva y física de los mayores. La promesa de una panacea golpea peligrosamente al mérito de la conciencia social sobre una búsqueda del vigor cognitivo en la vejez que vendría complementario por una mejora en el estilo de vida, y poder reflejar los beneficiosos efectos a largo plazo de la práctica un estilo de vida saludable y activo. Los críticos al "Brain training" como herramienta superlativa acentúan que el ejercicio físico aeróbico es bueno para la salud corporalmente a nivel general, tanto como positivo para el cerebro.

El efecto "sesgo de publicación" (efecto "filedrawer") que condena al ostracismo en los cajones las investigaciones con resultados negativos viene condicionado entre otras cuestiones, por el peso tan abrumador de la industria con su ingente potencia publicitaria, y afecta muy negativamente a los resultados obtenidos a través de los metaanálisis / revisiones sistemáticas, aunque a medida que van saliendo estudios pueden relativamente estimarse la cantidad de ensayos que hipotéticamente se han quedado "olvidados" en el cajón, otro problema es que se condenan a efectuar las investigaciones mediante estudios individuales con pocos sujetos que luego en su traslación a metaanálisis ocasionan múltiples problemas metodológicos de difícil solución. La "industria" justifica muchas veces las investigaciones positivas con la constatación que aportan los estudios mediante imágenes cerebrales, pero gran parte de la comunidad científica todavía muestra generalmente escepticismo al respecto y aduce que no equivalen los estudios de neuroimagen que muestran qué partes del cerebro están activas en un laboratorio a lo mismo exactamente que confiar en medidas directas tomadas de los sujetos. También hay que considerar que el sesgo a partir del "efecto placebo" causado por las altas expectativas de los sujetos ante métodos modernos, muy atractivos y con cierta aureola de eficacia mágica impulsada por la publicidad agresiva se estima que puede estar muy presente, (Froughi et al., 2016). La tasa de abandonos en los ensayos también debe ser considerada, hasta el momento en muchos estudios estas tasas son particularmente altas en los grupos de control y estas circunstancias pueden debilitar la solidez de las investigaciones. Otro hecho constatable son las contaminaciones a la hora del estudio, por estar recompensados los sujetos analizados para realizar las pruebas. Otro efecto muy presente, junto al de placebo es el efecto "Hawthorne" como reactividad psicológica mostrada por los sujetos participantes en un experimento al sentirse observados, y no a causa de ningún tipo de manipulación contemplada en el estudio experimental

Como paradoja clásica que viene caracterizando estos estadios iniciales actuales en investigación de esta materia, uno de los primeros avances aparentemente sistematizado en mejora cognitiva mediante computador se registró cuando un grupo de investigadores en Suecia (Klingberg et al., 2002) demostró que la formación mediante CCT (Computerized cognitive training) a los afectados de déficits de atención con hiperactividad, TDAH en tareas adaptativas de memoria de trabajo mejoraba la capacidad

de un sujeto para retener y manipular información durante un corto período de tiempo, mejorando su atención y niveles de razonamiento, el investigador principal gestó el boceto de lo que actualmente es el software *Cogmed* que domina el campo educativo en "Brain training", este mismo investigador recientemente no ha estado de acuerdo con las afirmaciones demasiado rotundas de la empresa propietaria actual del juego. En el 2008 el equipo en University of California Irvine de la dra. Susanne Jaeggi, mediante un estudio que parecía demostrar que los adultos jóvenes sanos que practicaban una tarea adaptativa de memoria de trabajo, la dual n-back (una prueba de vista y sonido), mostraban aumentos en la inteligencia fluida, varios intentos de réplica han resultado infructuosos. Todo ello sin habernos casi detenido en los estudios del equipo del Dr. Kawashima de Nintendo que ya antes mostraron unos resultados casi espectacularmente prometedores, pero claro está con un fuerte y muy evidente conflicto de intereses, aparte de una débil infraestructura experimental con grupos muy reducidos y "demasiado" orientados a obtener únicamente resultados positivos. Hay que destacar que aparte del interés de la industria en demostrar que el entrenamiento mediante computador de la memoria de trabajo (WM) puede producir mejoras en las capacidades cognitivas también se tiene constancia respecto a que determinados ejércitos han mostrado su interés aportando fondo en los ensayos.

1.1. Polémica en el ámbito académico (2014) y denuncias a la industria (2016).-

Un toque de atención importante que da a entender lo indeterminado de la situación fue lo sucedido a finales del 2014 donde un grupo de 75 insignes investigadores, principalmente del centro de estudios en longevidad de la Universidad de Stanford en Palo Alto, California y el Instituto Max Plank de Berlín para el Desarrollo Humano publicaron una declaración de consenso sobre diversas afirmaciones de la industria del entrenamiento mental (Allaire et al., 2014), aproximadamente un mes después un grupo de alrededor 135 científicos internacionales de lo más granado en la cuestión desmintieron en una carta especie de contra-declaración la rotundidad de aquellas afirmaciones que se referían a la falta de evidencias señalando el amplio crisol de muestras positivas obtenidas hasta el momento y a su vez la forma creciente en que iban apareciendo (Merzenich, 2014), reunidos en el grupo configurado en ese preciso momento como de presión 'Cognitive Training Data'. Tras este importante "encontronazo", a principios del 2016 la 'FTC' - 'Comisión Federal de Comercio' estadounidense acordó una multa de 2 millones de dólares (la multa fue de 50 en primera instancia, de todas formas sus beneficios se estiman en mil millones de dólares anuales) a la empresa Lumos Labs propietaria de la famosa suite de "Brain training" Lumosity por publicidad engañosa acerca del posible entrenamiento cerebral, argumentando que no hay pruebas suficientemente acreditadas sobre tales mejoras a nivel general, y concluyéndose en un acuerdo que establece que los ensayos aleatorizados, controlados y ciegos serían el estándar de evidencia en eficacia y rendimiento en temas que afecten a la salud. Cabe citar que la publicidad de Lumosity hacía referencias a la enfermedad de Alzheimer como mínimo algo aventuradas.

2. OBJETIVOS Y CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS

El trabajo parte de la hipótesis de que los programas o suites de programas adscritos al modelo "Brain training" no tienen todavía una constatación demostrada de mejora significativa en el desempeño cognitivo a nivel general y con desempeño a lo largo del tiempo, todo ello no implica, y debe remarcar, que en un futuro pueda llegar a ser demostrado que este modelo **sí** sea efectivo posiblemente por medio de diferentes soluciones multifactoriales del campo de la investigación tanto de laboratorio como aplicada.

Objetivo general:

Verificar la efectividad de los programas adscritos al modelo "Brain training" con respecto a la estimulación cognitiva, frente a no hacer uso de estos mismos.

Objetivos específicos:

- Analizar los resultados obtenidos mediante el uso de técnicas de "Brain training" en experimentación, estudiando siempre que sea posible dada la cantidad de estudios, sus diferentes modalidades de aplicación (individual, grupal).
- Conocer las propuestas de nuevas herramientas de evaluación y protocolos de investigación para así tener una mejor noción de cómo se deberá trabajar para la búsqueda de la excelencia investigadora.
- Contemplar a ser posible los distintos campos más punteros en donde se observa mayor preponderancia en el uso de estas apps.

2.1. Distintas herramientas propuestas e introducción paulatina de uso de metodologías contrastadas en el "Brain training".-

2.1.1. Propuesta de software de análisis de código abierto.-

Claudia von Bastian y colaboradores (2013) de la Universidad de Zurich / Universidad de Colorado han puesto a disposición de la comunidad académica la herramienta Tatool (Training and Testing Tool for psychological experiments), un marco de programación de código abierto basado en Java -multiplataforma, en equipos de sobremesa y portátiles- que dispone de una gran biblioteca de funciones útiles para ejecutar experimentos psicológicos. Es muy configurable, y al ser de código abierto disponible de forma gratuita, da lugar a que diferentes equipos académicos puedan implementar mejoras personalizando a su medida el programa, la documentación y tutoriales iniciales ya están disponibles, esperándose mejores desarrollos en la interfaz gráfica y que se vaya facilitando progresivamente la nueva creación y modificación de ficheros de módulos personalizados. La intención fundamental es estimular el intercambio de tareas de capacitación, protocolos y datos que ayuden a lograr resolver en un futuro las muchas cuestiones que todavía no están resueltas sobre el "Brain training".

2.1.2. Ejemplo de metodología de calidad empleada en un ensayo.-

A nivel de diseño de ensayos clínicos, en los últimos 5 años la calidad mostrada en las publicaciones denota un mayor esfuerzo por parte de los órganos implicados, a modo de ejemplo clarificador el Australian-New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR) cuenta entre sus ensayos propuestos, uno del equipo comandado por el investigador M. Valenzuela (2014), el número ACTRN12614001100684 que define unos protocolos de evaluación muy estructurados y que se puede mostrar como ejemplo del camino positivo que están siguiendo en los últimos años los equipos que intentan hacer una labor investigadora exigente, y en resumen cuenta con las diferentes etapas necesarias para una investigación con calidad:

Título público: Evaluar el impacto cognitivo del "Brain training" en adultos mayores que asisten a residencias de día o viven en zonas rurales/pueblos aislados.

Título científico: Un ensayo clínico aleatorio simple ciego, sobre los cambios cognitivos en respuesta al entrenamiento cognitivo computerizado en adultos mayores que asisten a residencias de día o viven en zonas rurales/pueblos aislados, medido mediante una batería de pruebas neuropsicológicas.

La intervención se llevará a cabo durante un período de 6 meses en dos grupos, teniendo el grupo de control distinta programación temporal en el tratamiento (cuantitativa).

Cada sesión de entrenamiento será aproximadamente 40 minutos de duración y conducido por un entrenador experimentado en cada uno de los grupos en las salas de computación en los centros de día/entornos rurales. Las sesiones de capacitación serán parte de las actividades regulares de los centros de día/entornos rurales. El control de los distintos periodos se discutirá a medida que se vaya avanzando el programa, y cada uno de los bloques se confeccionará para establecer las distintas sesiones de entrenamiento a la misma hora cada semana. Los participantes que no se presenten para una sesión serán avisados para preguntar por su ausencia, y se les programará una sesión de compensación. La intervención cognitiva computerizada (CCT) utilizará el programa Captain's Log MindPower Builder de la empresa norteamericana BrainTrain, Inc. Este conjunto de ejercicios de entrenamiento cognitivo se desarrolló en colaboración con miembros del staff clínico y se basan en gran medida en pruebas neuropsicológicas que se han utilizado ampliamente en la investigación neuropsiquiátrica. "Numerosos" estudios han demostrado que podría llegar a ser eficaz para preservar la cognición / detener el empeoramiento en los adultos mayores con deterioro cognitivo. Se utilizarán múltiples ejercicios para los dominios cognitivos e incluirán tanto modalidades verbales como visuales. Esto ayudará a asegurar que los ejercicios continúen siendo novedosos, desafiantes y divertidos. La intervención se adaptará a los distintos niveles de dificultad que implica el uso de una pantalla táctil. Se ofrecerá una sesión de pre-entrenamiento a todos los participantes. Ambos grupos recibirán inicialmente 24 sesiones de CCT durante 3 meses (2 por semana durante 12 semanas). Después de 3 meses, un grupo se

someterá a una capacitación mensual, mientras que el otro se someterá a una formación cada quince días. No habrá contacto los siguientes 3 meses.

* Resultados primarios [1]

Escala de evaluación de la enfermedad de Alzheimer-Cognitivo-Plus (ADAS-Cog-Plus) de Rosen et al., (1984).

[Alzheimer's Disease Assessment Scale-Cognitive-Plus (ADAS-Cog-Plus)]

Trayectoria temporal [1]

Comienzo

Seguimiento a los 3 meses

Seguimiento a los 6 meses

Seguimiento a los 9 meses

* Resultados secundarios [1]

Neurotrax - sistema validado de evaluación neuropsicológica computarizado que prueba la memoria verbal, la memoria no verbal, velocidad de procesamiento con información escalonada, el procesamiento visoespacial visual, el nivel Stroop de interferencia.

[Neurotrax - a validated computer-based neuropsychological assessment system which tests Verbal Memory, Non Verbal Memory, Staged Information Processing Speed, Visual-Spatial Processing, Stroop Interference.]

Trayectoria temporal [1]

Comienzo

Seguimiento a los 3 meses

Seguimiento a los 6 meses

Seguimiento a los 9 meses

* Resultados secundarios [2]

Mediciones medias de Cambridge - una prueba computarizada validada para el funcionamiento ejecutivo diseñada por CANTAB de Robbins y Sahakian, (1994).

[Stockings of Cambridge (SOC) - a validated computerized test for executive functioning designed by CANTAB]

Trayectoria temporal [2]

Comienzo

Seguimiento a los 3 meses

Seguimiento a los 6 meses

Seguimiento a los 9 meses

* Resultados secundarios [3]

Escala de Actividades Bayer de la Vida Diaria de Hindmarch et al., (1998).

[Bayer Activities of Daily Living Scale, (B – ADL scale)]

Trayectoria temporal [3]

Comienzo

Seguimiento a los 3 meses

Seguimiento a los 6 meses

Seguimiento a los 9 meses

* Resultados secundarios [4]

Actividades de la vida diaria observadas (AVD) de Diehl et al., (1995)

[Observed Task of Daily Living]

Trayectoria temporal [4]

Comienzo

Seguimiento a los 6 meses

Seguimiento a los 9 meses

Criterios clave de inclusión.-

1. Edad de 60 años o más
2. Capacidad para leer, escribir y comunicarse en inglés
3. Capacidad física suficiente (motor, vista, oído) para usar una computadora.
4. Puntuaje Mini Mental State Examination (MMSE) > 23
5. Asistir regularmente a centros de cuidado diurno o residentes retirados en entornos rurales.

Edad mínima 60 años

Edad máxima Sin límite

Género: tanto hombres como mujeres

¿Pueden participar voluntarios sanos?: Sí

Criterios clave de exclusión.-

1. Formación cognitiva en los últimos 6 meses.
2. MMSE <24
3. Depresión severa según lo indicado por la puntuación de depresión (mayor o igual a 21) en la Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés de Lovibond y Lovibond, (1995). (The Depression Anxiety and Stress Scale – DASS)

A modo de observación, aunque podría establecerse la necesidad de establecimiento de un número mínimo de participantes y un seguimiento longitudinal en el tiempo mayor, los estándares a la hora de establecer protocolos en los ensayos podría ser que fuesen progresando adecuadamente, aunque es complejo de demostrar. La dependencia de software procedente de empresas privadas continua siendo un problema según cierta parte de la comunidad investigadora.

2.1.3. Cifras económicas manejadas.-

Otro tema importantísimo en toda la temática que rodea al "Brain training" y que bien refleja su importancia son los presupuestos y cifras de ventas estimados por empresas de investigación de mercado especializadas en el negocio del entrenamiento cognitivo y sus muy prometedoras posibilidades futuras. Las ventas de paquetes comerciales de CCT - "Brain training" podrían llegar pronto en USA a los 1.000 millones \$ por año, (The Economist, 2013). La mayoría de las empresas detrás del software de "Brain training" no son demasiado conocidas y no revelan sus ventas. Incluso empresas potentes multinacionales como Nintendo extrañamente publican los ingresos netos para determinados productos de manera específica, imposibilitando que sea posible informar sobre la cantidad de dinero que gastan los consumidores en "Brain training", o el número de copias vendidas de ciertos productos (Simons et al., 2016). La consultora empresarial SharpBrains (sharpbrains.com) intenta hacer un seguimiento de todas las empresas importantes de esta industria y publica informes de mercado. Pese a que SharpBrains no proporciona información detallada sobre su metodología y no declara los posibles intervalos de confianza en torno a sus estimaciones, las cuales cambian en distintas revisiones como sucede con las de otras consultoras en otros campos, parece que es la firma que proporciona la información más completa en este sector. En su informe de enero de 2013 y su actualización de enero del 2015 (SharpBrains, 2013), SharpBrains evaluó el estado del "mercado digital de la salud del cerebro", incluyendo tanto productos de hardware para evaluar como productos para mejorar la función cerebral a través del entrenamiento. Esta consultora estimó que el "digital brain health market" tuvo unas ventas de 210 millones de dólares en 2005, 600 millones de dólares en 2009 y 1.300 millones de dólares en 2013. En 2013, el software se estimaba como un 55% del mercado total (\$ 715 millones). En la actualización de 2015, ha hecho una predicción de un total de \$ 6'15 mil millones en ventas anuales para el año 2020. Suponiendo que la proporción del mercado representado por el software se mantenga constante, la evaluación cognitiva/cerebral y el software de entrenamiento tendría unas ventas anuales de \$ 3'38 mil millones por 2020.

Respecto a la distribución en las compras de los productos se estimó que el 45% de las compras eran efectuadas por los consumidores (por sí mismos o por miembros de su familia), mientras que el resto se escuelas, o proveedores de salud. Los grupos de edad de los usuarios finales estaban distribuidos con un 50% son estimado en 50 años o más, un 30% entre 18 y 50 años, y un 20% menores que los 18 años. Luego si estas proporciones se mantuviesen constantes, el gasto directo del consumidor en tales productos alcanzará los 1.520 millones de dólares en el 2020 en USA. En la revisión del 2015 se observó un número de tres veces más empresas de este sector, mostrando un muy elevado crecimiento en únicamente 2 años.

Una encuesta del 2013 SharpBrains con más de 3.000 participantes suscritos a un boletín electrónico sobre la industria de "fitness cerebral" señaló como productos más conocidos los de Lumosity de Labs Lumos, BrainHQ de Posit Science, los productos de Nintendo y el software Cogmed (adquirida en el 2010 por Pearson). Bien cierto es que el antes y el

después en la industria del "Brain training" lo marcó en el 2005 Nintendo, su publicidad agresiva motivó un alto grado de conocimiento en el público en general. Posit Science tiene acuerdos con la Asociación Americana de Jubilados (American Association of Retired Persons - AARP) y Cogmed está ampliamente extendido en el sector educacional a nivel internacional.

La Tabla 1 cita las compañías de "Brain training" listadas por SharpBrains, agrupadas bajo las evidencias proporcionadas para comprobar la efectividad de sus productos, según los datos de la consultora más de la mitad de las webs de estas empresas no citan evidencia científica alguna revisada por la eficacia de sus intervenciones, y generalmente apelan a la experiencia de sus fundadores y/o científicos asesores, citando testimonios de clientes, o proporcionando informes internos no contrastables públicamente sobre evaluaciones de eficacia.

Tabla 1. Compañías de "Brain training" listadas por SharpBrains, agrupadas bajo las evidencias proporcionadas para comprobar la efectividad de sus productos

Empresas de "Brain training" que citan múltiples informes de publicaciones sobre pruebas de la efectividad de un producto comercializado para el "Brain training"	CogMed CogniFit Lumos Labs (Lumosity) Posit Science (BrainHQ) Scientific Learning Corporation (Fast ForWord)
Empresas de "Brain training" que citan algunas investigaciones sobre las intervenciones, pero no necesariamente representan pruebas de la efectividad de un producto de "Brain training" comercializado	Advanced Brain Technology Akili Interactive Labs ACE Applied Cognitive Engineering Dakim Brain Fitness Learning Enhancement Corporation Neuronix Scientific Brain Training (HAPPYneuron)
Compañías de "Brain training" que no citan evidencias en sus estudios sobre las intervenciones	Brain Center America [possibly defunct] Braingle BrainMetrix Brain Resource (myBrainSolutions) C8 Sciences Cognisens Focus Education Games for the Brain Houghton Mifflin Harcourt Earobics Nintendo Brain Age Peak Vivity Labs (FitBrains)
Compañías que se refieren a otro tipo de entrenamiento o que promueven productos que caen fuera del alcance de esta revisión	Blue Marble e-hub Happify Mindset Works Ultrasis Vigorous Mind

3. METODOLOGÍA

3.1. *Fuentes de información y estrategias de búsqueda.*

Para realizar esta revisión han sido consultadas las siguientes bases de datos: Elsevier, Pubmed, Cochrane Library Plus, Medline, Google Scholar y Dialnet. También se han consultado revistas como "Nature", "Science" o "The Economist", y en su caso páginas webs relacionadas con el tema.

Se realizaron búsquedas utilizando los términos de búsqueda: "brain training" OR "cognitive training" OR "working memory training" OR "attention training" OR "computer training" OR "video game". No se aplicaron límites a las fechas de publicación (aunque la referencia de criba utilizada eran artículos publicados a partir del 2006), encontrándose documentos en su mayoría en inglés junto con algunas publicaciones en castellano. La primera búsqueda se realizó el 8 de noviembre de 2016 y una última búsqueda de actualización el 6 de diciembre de 2016.

Las palabras o términos clave utilizados han sido: brain training; cognitive training; working memory training; attention training; computer training; video game; principalmente utilicé las dos primeras claves por dimensión del estudio. Pocas bases de datos permitieron seleccionar estudios aleatorios controlados o revisiones: random, randomized, randomised, clinical trial, review o meta-analysis, la gran mayoría no tenían este filtro, y hay que subrayar la baja existencia aún de estudios sistemáticos con calidad.

Los artículos se han limitado a los que hemos considerado de mayor calidad, publicados desde el 2007 hasta la actualidad, en inglés casi en un aproximadamente 80%, el resto en español, sin embargo la lengua donde me he documentado es la inglesa, hubo también artículos en alemán y francés, pero siempre dispusieron de su versión inglesa. Se han incluido ensayos clínicos y revisiones sistemáticas sin efectuar cribas sobre las muestras de personas referentes a su rango de edad, ni de un tamaño de muestra mínimo. Se ha intentado incluir principalmente artículos que usen escalas de diagnóstico y medidas descritas dentro del apartado diagnóstico, pero hay que recalcar el actual caos metodológico en las investigaciones existente.

Por todas estas causas no fueron excluidos a priori los artículos que no cumplieran con algún criterio determinado, aunque siempre se intentó disponer del texto completo. Las estrategias de búsqueda se reflejan en el algoritmo que se cita en la explicación del proceso realizado.

De los artículos encontrados en cada búsqueda se hace una revisión y selección de los más adecuados al objetivo de estudio. Los artículos seleccionados se describen en el apartado siguiente.

Los primeros resultados obtenidos en "bruto" fueron:

Elsevier: 15 / Google Scholar: 173 / Pubmed: 114 / Cochrane: 37 / MedLine: 91

3.2 Algoritmos utilizados de búsquedas de artículos en las distintas bases de datos.-

Dentro de Elsevier incluyo Scopus y Sciencedirect, lo obtenido en Dialnet relativamente fue testimonial, y en todo momento Google Scholar sirvió sirvió de apoyo y como primera búsqueda de textos completos evitando a las editoriales o sistemas de registros de las bibliotecas, otro atajo utilizado es acudir a las mismas fuentes como las páginas personales de los componentes de los grupos de investigación.

El algoritmo a priori a utilizar consistía tras unas búsquedas orientativas, en buscar artículos y/o publicaciones de menos de 10 años aproximadamente y en inglés; criterios de separación entre metaanálisis y revisiones sistemáticas no fueron considerados dada la poca abundancia de estudios de calidad; hay que recalcar que estamos en los primeros estadios del estudio sistemático del "Brain training".

A posteriori tuve que personalizar cada búsqueda y el efecto fue acumulativo en estrategias y el creciente conocimiento de la materia, cabe destacar que muchos artículos se encuentran por repetido en las distintas bases de datos. Al ser todavía hoy un campo de estudio a medio camino principalmente entre la psicología cognitiva y las neurociencias aplicadas no hay sobreabundancia de publicaciones específicas de este tema, luego no hubo complicación en el cribado mediante uso de operadores lógicos entre las palabras clave y descriptores, lo que si se notó en las búsquedas ha sido el crecimiento exponencial de estudios en estos últimos cinco años pasando de ser prácticamente estudios esporádicos, a comenzar a tener ya colecciones e intentos de réplicas muy evidentes en los resultados de los buscadores.

En definitiva el proceso fue el siguiente, narrado según en el orden de búsqueda, luego posteriores afinamientos al seleccionar los artículos ya obviaron este orden inicial:

BBDD Elsevier:

Claves iniciales: "brain training" + "computerized cognitive training" + "working memory training"

Claves utilizadas: "brain training" + "computerized cognitive training"

Estudios encontrados: 15

¿Publicados después de 2007?: 15

¿Publicados en inglés?: 15

Total: 15

BBDD Google Scholar:

Claves utilizadas: "brain training" + "computerized cognitive training" + "working memory training"

Estudios encontrados: 173

¿Publicados después de 2007?: 160

BBDD Pubmed:

Claves iniciales: "computerized cognitive training" + "working memory training"

Clave utilizada: "computerized cognitive training"

Estudios encontrados: 114

¿Publicados después de 2007?: 107

Free full text: 47

Clinical trial: 13

Review: 16

BBDD Cochrane:

Claves iniciales: "brain training" + "working memory training"

Clave utilizada: "brain training"

Estudios encontrados: 37

¿Publicados después de 2007?: 37

BBDD MedLine:

Claves iniciales: "computerized cognitive training" + "working memory training"

Clave utilizada: "computerized cognitive training"

Estudios encontrados: 91

¿Publicados después de 2007?: 85

3.3. Cribado final, y documentos con los que hacer finalmente el estudio.-

Estudios excluidos por edad, tamaño de la muestra no adaptada a nuestra búsqueda, falta de disponibilidad de texto completo (en determinados casos), etc., y tras la lectura de resúmenes:

Elsevier: 4 / Google Scholar: 140 / Pubmed: 50 / Cochrane: 10 / MedLine: 75

Estudios restantes

Elsevier: 11 / Google Scholar: 20 / Pubmed: 57 / Cochrane: 27 / MedLine: 10

Estudios seleccionados como base del estudio:

Elsevier: 10 / Google Scholar: 10 / Pubmed: 13 // Cochrane: 12 / MedLine: 12

4. RESULTADOS "CLÁSICOS" OBTENIDOS EN METAANÁLISIS DE ENSAYOS DE "BRAIN TRAINING": REPRESENTACIÓN GRÁFICA A MODO DE EJEMPLO

Como resultados a considerar que sirvan a modo de ejemplo de referencia he elegido los valores obtenidos en un metaanálisis realizado en un ensayo aleatorio controlado del 2014,.

Revisión sistemática y metaanálisis de un grupo extenso de pruebas de "Brain training" efectuadas sobre poblaciones de adultos saludables observando distintos efectos modificadores en las pruebas, realizado por el grupo australiano de Lampit, Hallock, y Valenzuela (2014).-

Este extenso y detallado estudio referido sólo al **grupo de adultos saludables** nos puede dar una idea muy aproximada de algunos de los ensayos más representativos realizados hasta el año 2014, pues conforma uno de los primeros metaanálisis sobre "Brain training" en adultos mayores sanos, pudiéndose conocer tanto la estimación de los sesgos existentes encuadradas entre altos y bajos, como la comparación de los resultados obtenidos en los diferentes tipos de pruebas agrupados en: memoria no verbal, memoria verbal; memoria de trabajo (WM), velocidad de procesamiento (SOP), habilidades visuoespaciales, funciones ejecutivas y atención, aparte de un análisis general de eficacia de las pruebas de entrenamiento cognitivo en todos los resultados cognitivos, basándose las estimaciones de los efectos en un modelo de efectos aleatorios (se asume que los estudios incluidos en la revisión constituyen una muestra aleatoria de todos los estudios existentes).

Las diferentes clases de pruebas administradas en los diferentes experimentos son muy divulgativas y este ha sido uno de los trabajos con una de las exposiciones con mejor calidad al que he podido acceder.

Los metaanálisis son los procedimientos estadísticos para combinar datos de múltiples estudios. Cuando el efecto del tratamiento (o el tamaño del efecto) son consistentes de un estudio a los siguientes, se puede utilizar un metaanálisis para identificar este efecto común. Cuando el efecto varía de un estudio al siguiente, el metaanálisis puede usarse para intentar identificar la razón de la variación. Las decisiones sobre la utilidad de una intervención o la validez de una hipótesis no pueden basarse en los resultados de un solo estudio, ya que los resultados típicamente varían de un estudio al siguiente. Entonces se necesita un mecanismo que intente sintetizar los datos entre los estudios. Las revisiones narrativas se han utilizado para este propósito, pero son en gran parte subjetivas (puesto que diferentes expertos pueden llegar a conclusiones diferentes) y se hace increíblemente difícil cuando únicamente hay pocos estudios involucrados. El metaanálisis, al contrario, intenta aplicar fórmulas objetivas (de la misma manera que se aplicarían estadísticas a los datos dentro de un solo estudio).

Dado el nivel complejo estadístico necesario para realizar metaanálisis, consideramos mejor citar unas breves pinceladas de conceptos para lograr un mejor entendimiento de las gráficas analíticas comparativas.

Debemos recalcar que una "diferencia estadísticamente significativa" únicamente significa que hay evidencias estadísticas de que hay una diferencia; no significa que la diferencia sea grande, importante o radicalmente diferente, coloquialmente al decir "estadísticamente significativo" nos referimos a que es poco probable que lo observado se haya debido al azar. En el estudio elegido (este meta-análisis pertenece al tipo encuadrado en calcular el promedio de los tamaños del efecto de múltiples estudios) la relación observada entre una intervención y un resultado específico, o bien la estimación del efecto precisamente en forma de la diferencia de medias estandarizada (estudio del grupo de Lampit et al., 2014) o la diferencia de medias ponderada.

4.1. Tamaño del efecto.-

El hallazgo de efectos estadísticamente significativos (cuando se rechaza la Hipótesis Nula propuesta en una prueba de hipótesis que viene a examinar dos hipótesis opuestas sobre una población determinada) pueden ser irrelevantes cuando son de baja magnitud, lo que puede ocurrir cuando las muestras son bastante grandes. Por ello se dice que las pruebas de significación estadística son insuficientes en situaciones prácticas, donde la magnitud del efecto observado es fundamental. Los procedimientos estadísticos de tamaño del efecto tienen como finalidad fundamental la cuantificación de la relevancia del efecto obtenido. Dicho de otra forma, se trata de establecer si efectos estadísticamente significativos son relevantes en el campo de aplicación de la investigación. El tamaño del efecto se considerará como el término genérico para la estimación de un efecto determinado en un estudio, representando una medida adimensional del efecto, utilizándose normalmente para datos continuos o para medir un resultado cuando se utilizan escalas distintas y que se define en este preciso metaanálisis como la diferencia de medias entre los grupos de intervención y de control dividida por la desviación estándar del grupo de control o de ambos grupos

4.2. Medidas del tamaño del efecto.-

Medidas no tipificadas son la diferencia de medias, coeficientes de regresión, etc. Las medidas tipificadas son útiles cuando la métrica utilizada no es de interés o cuando se compara resultados de diferentes investigaciones. Unas de las medidas tipificadas son la "g de Hedges", este estadístico toma en consideración los tamaños de las muestras, no como la más utilizada "d de Cohen", la cual es muy influida por las varianzas existentes, y si una de las muestras tiene una varianza mucho mayor que la otra va a resultar un índice conservador. En el estudio estadístico de nuestra consideración se consideró que aproximadamente valores inferiores a 0.3 indican un efecto de pequeño tamaño, los mayores de 0.6 indican un efecto de alta magnitud y los intermedios una magnitud media, prácticamente respetando los valores estándares de Cohen.

4.3. Gráficas "forest plot" (diagramas de bosque).-

Los resultados de un metaanálisis siguiendo entre otras las clásicas indicaciones al respecto de la Cochrane Collaboration o de la universidad de York, tomado de Ried (2006), se organizan a través de un gráfico de efectos llamado forest plot (diagrama de bosque), en él los elementos característicos a destacar, normalmente los forest plot contienen 6 columnas, en los casos que vamos a analizar únicamente 5, la causa es que en la gráfica del programa CMA los datos de participantes de la muestra, sus medias y la desviación estándar en cada experimento para el grupo de intervención y el grupo control no vienen en nuestras gráficas representados, los tenemos en la Tabla 2 de valores de los experimentos considerados.

Normalmente la columna izquierda representa los estudios, y debajo de ella suelen exponerse los valores de la prueba de heterogeneidad " I^2 " (mide la variabilidad entre los estudios, indicando cómo de comparables son los estudios analizados) de las muestras (también aparece el valor de intervalo de confianza general, en nuestro caso es del 99%). Y debajo los datos de significación estadística para las estimaciones de los efectos cuando se basan en un modelo de efectos fijos/aleatorios/mixtos. Los datos de los estudios individuales se pueden analizar en el metaanálisis utilizando el modelo de efectos fijos (fixed effect model) o el de efectos aleatorios (random effect model). El modelo de efectos fijos asume que el efecto del tratamiento es el mismo en todos los estudios, mientras que el modelo de efectos aleatorios asume que los efectos del tratamiento no son los mismos en todos los estudios, si el nivel de heterogeneidad entre los estudios es elevado, el resultado del metaanálisis dependerá muy probablemente del modelo utilizado, y entonces el análisis tendría que confeccionarse utilizando ambos modelos.

Al realizar análisis de subgrupos, estos se muestran en la primera columna de la izquierda también como si fueran el grupo de estudios, es muy recomendable indicar con anterioridad en el protocolo del metaanálisis que van a realizarse análisis de subgrupos, para evitar posibles suspicacias referentes a que se busca con ello lograr obtener resultados estadísticamente significativos, cuando de entrada con el grupo de estudios no se han obtenido en una cantidad apreciable.

El gráfico principal (diagrama de bosque) tiene una línea central vertical denominada "línea de no efecto" y en nuestro caso estudiado representan medidas del tamaño del efecto en valores de la "g de Hedges" que son las diferencias de medias estandarizadas representadas por este estimador (Hedges' g) usado para estimar un parámetro desconocido de la población, el más conocido es la "d de Cohen", bastante similar matemáticamente pero con un comportamiento distinto. La escala horizontal representa la escala de efecto, en el nivel inferior de la gráfica vienen representados los valores.

En las columnas de la derecha se suele representar el peso o contribución proporcional de cada estudio en el porcentaje total de cada prueba directamente proporcional al tamaño de la muestra que tiene ese estudio en esa determinada prueba y a que sea más

"estrecho" el intervalo de confianza. Las columnas de peso tienen distintos valores según si nos referimos a modelos de efectos fijos o aleatorios.

El programa CMA representa los datos de grupo control a la izquierda y los del grupo intervención a la derecha, mientras otros programas lo representan de manera contraria, únicamente hay que fijarse cuidadosamente en las leyendas de los datos para poder analizar lo representado.

Aunque es una cuestión común en los cálculos estadísticos, hay que comentar que los intervalos de confianza (en inglés abreviados como CI) permiten conocer la precisión de la estimación dentro de un margen de error establecido. El CI 95% ($p=0,05$) se considera suficiente (aunque se puede utilizar el CI 99% [$p=0,01$]; aunque es poco habitual), representa una seguridad del 95% de que la asociación estudiada no se da por el azar.

Una de las partes más intuitiva para entender los gráficos forest plot son los diamantes, símbolos gráficos que representan los resultados globales del metaanálisis, ya sea del análisis de los subgrupos realizados (subtotales) o bien del conjunto de todos los grupos (total). El centro del diamante es el valor del efecto en conjunto y su ancho representa el intervalo de confianza general. La diferencia entre los grupos de intervención y control puede considerarse estadísticamente significativa, si el diamante se posiciona claramente a un lado de la línea de referencia, pero si la cruza o simplemente la roza, no se podrán sacar conclusiones que apunten en una u otra dirección.

Si un estudio (o un grupo mínimo respecto del total) posee en exclusiva mucho peso, ejercerá una gran influencia en el resultado final del metaanálisis, de modo que si este estudio tiene una calidad metodológica dudosa, podría hacer que los resultados globales llevasen a engaño. Para intentar evitar este tipo de errores y determinar la solidez de los resultados del metaanálisis, los autores deberían aplicar un análisis de sensibilidad, que consiste simplemente en presentar los resultados con algunos estudios apartados expresamente del análisis. Si esta operación causase cambios importantes en los resultados globales, como por ejemplo una modificación en la dirección del efecto, los resultados del metaanálisis deberán interpretarse con cautela; si al contrario únicamente cambiase el tamaño del efecto, el resultado podría tomarse de manera firme. Las conclusiones de los autores deben ir acordes obligatoriamente a estas consideraciones.

La última columna de la derecha expresa los resultados numéricos de cada estudio. En metaanálisis con variables continuas como el de nuestro ejemplo elegido se presenta la diferencia de medias (diferencia entre la media del grupo intervención y del grupo control de cada estudio), con su intervalo de confianza correspondiente, si las variables hubiesen sido en su lugar dicotómicas se presentaría entonces el riesgo relativo (el cociente del riesgo en el grupo intervención entre el del grupo control de cada estudio). Para que los resultados individuales de los efectos globales (fijos/aleatorios) sean estadísticamente significativos, en el caso de variables continuas, el intervalo de confianza resultante -parte inferior de la última columna derecha- no debe incluir el 0; si tratáramos con variables dicotómicas, el intervalo de confianza no debería incluir el valor 1.

Con una lectura directa de los datos numéricos incluidos en el abstract de cada metaanálisis, tendremos que ser capaces de evaluar, con independencia de lo afirmado por los autores, si los resultados son estadísticamente significativos o no.

Los valores inferiores representados que marcan el test de efecto global (Test for overall fixed/random effect) o en su caso de subgrupo, miden la significación estadística del resultado del metaanálisis. Un resultado se considera estadísticamente significativo cuando el valor de la "p" es inferior a 0,05 (para IC 95%). Cuando no hay diferencia estadísticamente significativa y el valor es superior a 0,05, los autores no deberían señalar ninguna conclusión que apuntara en una dirección u otra, tendrían que abstenerse de realizar las clásicas y peligrosas consideraciones del tipo: "aunque los resultados no son estadísticamente significativos, este entrenamiento muestra una tendencia a mostrar efectos positivos en favor del grupo intervención" o de muy parecido estilo. Hay que recalcar tantas veces como sea necesario que el término estadísticamente significativo no equivale a poseer efectos relevantes, puesto que una asociación estadísticamente significativa podría por ejemplo no ser clínicamente relevante. Debido a esa causa el valor de "p" sobre la significación estadística hay que considerarlo siempre dentro del contexto general del estudio, teniendo en cuenta su diseño, las características de la muestra o la población, etc. No pueden darse recomendaciones con una simple cifra sin atender las demás consideraciones globales.

4.4. Análisis de los datos.-

En los análisis de resultados las abreviaturas más comunes utilizadas serán : CCT, entrenamiento cognitivo computarizado; CMA, programa de meta-análisis exhaustivo/completo; IC, intervalo de confianza; MCI, deterioro cognitivo leve; PEDro, Base de Datos de evidencias en fisioterapia; RCT, ensayo controlado aleatorio; SD, desviación estándar; SMD, diferencia de medias estandarizada; SOP, velocidad de procesamiento; WM, memoria de trabajo.

Los resultados primarios que dieron lugar a los cálculos estadísticos fueron la diferencia de medias estandarizada (SMD, calculada como "g de Hedges") que observaban los cambios post-entrenamiento entre los grupos que entrenaron con CCT y los grupos de control.

4.5. Breve explicación de alguna de las abreviaturas, con comentarios teóricos incluidos que consideramos necesarios:

El CCT como ya hemos visto a lo largo de este trabajo incluye generalizando al conjunto de programas de "Brain training", las siglas significan "computerized cognitive training"; el software CMA, un programa de meta-análisis exhaustivo es uno de los software de metaanálisis más utilizados en el mundo actualmente, diseñado por la empresa estadounidense Biostat, y fue desarrollado con fondos del NIH (National Institutes of Health) de los EEUU, en colaboración con expertos internacionales.

En nuestra investigación acerca del "Brain training" y su estado del arte, hemos de reconocer que la amplia generalidad de los ensayos todavía son preliminares y puede entereverse que algunos de los investigadores tildados como "ortodoxos" no conceden la calificación de buenos metaanálisis ni revisiones sistemáticas todavía a lo mayoría de lo estudiado aún a causa de no disponer de suficientes datos recolectados, no existir muestras suficientemente grandes y no ser las observaciones longitudinalmente extensas a lo largo del tiempo, pese a ello debemos considerar que estamos asistiendo a una categoría de investigaciones todavía novedosa. Nuestro humilde trabajo es una revisión narrativa que pretende acercarse a la órbita de metaanálisis/revisiones sistemáticas valiosas para la comunidad científica y así entender la situación actual del tema de forma fidedigna.

Además, en esta revisión de Lampit, Hallock, y Valenzuela (2014) orientándose bajo los criterios sobre metaanálisis del grupo "The Cochrane Collaboration", de Higgins y Green, (2011), se utilizó la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro) para evaluar la calidad de los estudios. Esta escala posee un conjunto de ítems para evaluar la calidad metodológica y la presentación de los ensayos de control aleatorio (RCT, randomized controlled trial), y está validada para ensayos de intervenciones en pacientes no farmacológicos, (Maher et al., 2003). Como se esperaba hubo coherencia entre el riesgo de sesgo y la calidad de los ensayos: se encontraron diferencias significativas en los puntajes de PEDro en los estudios con alto riesgo de sesgo en comparación con los estudios con bajo riesgo de sesgo.

La variable diferencia de medias estandarizada (SMD), que conforman los resultados a comparar en estas comparaciones, representa la diferencia entre dos medias dividida por una estimación de la desviación estándar intra-grupo. Cuando los diversos estudios de una revisión sistemática miden sus resultados de maneras distintas (utilizando escalas diferentes) no es apropiado realizar una combinación directa de esos resultados.

Tabla 2 . Características generales de los experimentos

Study	Study Demographics				Intervention Design							Study Design and Quality		
	N	Mean Age	Percent Female	MMSE Score	CCT Type	Delivery	Program	Dose ^a	Sessions ^b	Length ^c	Sessions/wk ^d	Control	Risk of Bias ^e	PEDro Score
Ackerman 2010	78	60.7	46.2		Multidomain	Home	Wii Big Brain Academy	20	20	60	5	Active	Low	4
Anderson 2013	67	63.0	58.2	27.4 ^f	Multidomain	Home	PS Brain Fitness	40	40	60	5	Active	High	6
Anguera 2013	31	65.8	64.5	≥26	Attention	Home	In-house program	12	12	60	3	Passive	High	5
Ball 2002	1,398	73.6 ^g	76 ^g	27.3 ^h	SOP	Group	SOP	11	10	67	2	Passive	Low	9
Barnes 2013	63	74.3	60.3	28.4 ⁱ	Multidomain	Home	PS Brain Fitness-InSight	36	36	60	3	Active	Low	8
Basak 2008	34	69.6	74.4	29.3	Video game	Group	Rise of Nations	23.5	15	90	3	Passive	High	5
Belchior 2013 study 1	27	74.3	40.7	29.1	Video game	Group	Medal of Honor	9	6	90	2-3	Passive	High	7
Belchior 2013 study 2	31	74.7	61.3	29.3	SOP	Group	SOP	9	6	90	2-3	Active	High	7
Berry 2010	30	71.9	56.2	29.3	SOP	Mixed	PS Sweep Seeker	10	15	40	3-5	Passive	Low	6
Boot 2013	40	72.5	61	29	Multidomain	Home	Brain Age 2 (Nintendo DS)	60	60	60	5	Passive	High	7
Bottrilii 2009	44	66.2		27.6	Multidomain	Group	Neuropsychological training software	6	3	120	1	Passive	Low	7
Bozoki 2013	60	68.9	58.4	27.3 ⁱ	Multidomain	Home	In-house program	30	30	60	5	Active	High	5
Brehmer 2012	45	63.8	60		WM	Home	Cogmed	9	23	26	4	Active	High	8
Burki 2014	45	68.1	76		WM	Group	In-house program	5	10	30	4	Passive	High	6
Buschkuohl 2008	39	80.0	59		Multidomain	Group	In-house program	18	24	45	2	Active	High	5
Casutt 2014	46	72.8	28.3		Attention	Group	In-house program	7	10	40	2	Passive	High	5
Colzato 2011	60	67.6	46.7	28.8	Multidomain	Home	In-house program	25	50	30	7	Active	High	5
Dahlin 2008	29	68.3	62.1	28.8	WM	Group	In-house program	11	15	45	3	Passive	High	5
Dustman 1992	40	66.3	60		Video game	Group	Various games	33	33	60	3	Active	High	6
Edwards 2002	97	73.7	56.7		SOP	Group	SOP	10	10	60	2	Passive	High	5
Edwards 2005	126	75.6		28.1	SOP	Group	SOP	10	10	60	2	Active	Low	7
Edwards 2013	60	73.1	69	28.1	Multidomain	Group	PS InSight	15	15	60	2-3	Passive	High	5
García-Campuzano 2013	24	76.7	79.2		WM	Group	In-house program	12	24	30	3	Passive	Low	7
Goldstein 1997	22	77.7			Video game	Home	Tetris	26-37				Passive	High	5
Heinzel 2014	30	65.8	70	29.5	WM	Group	n-Back	9	12	45	3	Passive	High	6
Lampit 2014	77	72.1	68.8	28	Multidomain	Group	COGPACK	36	36	60	3	Active	Low	7
Lee 2012	30	73.8	53.3	27.0	SOP	Group	RehaCom	9	18	30	3	Active	High	4
Legault 2011	36	75.7	41.5	28.5 ^h	WM	Group	In-house program	18	24	44	2	Active	High	7
Li 2010	20	76.2	65	26.9 ^f	Attention	Group	Dual-task training	5	5	60	2	Passive	Low	8
Lussier 2012	23	68.5	78.3	28.5	Attention	Group	Dual-task training	5	5	60	2-3	Passive	High	7
Mahncke 2006	123	70.9 ^g	50 ^g	≥24	Multidomain	Home	PS Brain Fitness	40	40	60	5	Active	High	7
Maillot 2012	30	73.5	84.4	28.0	Multidomain	Group	Exergames (Nintendo Wii)	24	24	60	2	Passive	High	5
Mayas 2014	27	68.6	48.1	28.5	Multidomain	Group	Lumosity	20	20	60	2	Passive	High	3
McAvinue 2013	36	70.4	63.9	28.1	WM	Home	In-house program	14.75	25	35	5	Active	High	4
Miller 2013	69	81.9	67.7	28.0	Multidomain	Home	Dakim Brain Fitness	15	40	23	5	Passive	High	6
Nouchi 2012	28	69.1		28.5	Multidomain	Home	Brain Age (Nintendo DS)	5	20	15	5	Active	Low	7
O'Brien 2013	22	71.9	50	28.1	Multidomain	Group	PS InSight	17	14	70	2	Passive	Low	7
Peng 2012	50	70.4	80.8 ^g		SOP	Group	Figure comparison	5	5	45-60	1	Passive	High	5
Peretz 2011	155	67.8	62	29.0	Multidomain	Home	CogniFit	16	36	25	3	Active	Low	8
Rasmusson 1999	24	79.2		27.8	Multidomain	Group	CNT	14	9	90	1	Passive	Low	7
Richmond 2011	40	66.0	80	29.0	WM	Home	In-house program	10	20	30	4	Active	High	6
Sandberg 2014	30	69.3	56.7	28.9	Multidomain	Group	In-house program	11	15	45	3	Passive	High	6
Shatil 2013	62	80.5	70	≥24	Multidomain	Group	CogniFit	32	48	40	3	Active	High	5
Shatil 2014	109	68.3	34.9	28.6	Multidomain	Group	CogniFit	8	24	20	3	Active	High	6
Simpson 2012	34	62.3	52.9	≥27	Multidomain	Home	MyBrainTrainer	7	21	20	7	Active	High	7
Smith 2009	487	75.3	52.4	29.2	Multidomain	Home	PS Brain Fitness	40	40	60	5	Active	Low	9
Stern 2011	40	66.7	54		Attention	Group	Space Fortress	36	36	60	3	Passive	High	7
van Muijden 2012	72	67.6	44.4	28.8	Multidomain	Home	In-house program	25	49	30	7	Active	High	6
Vance 2007	159	75.1	54.2	28.6	SOP	Group	SOP	10	10	60	1	Active	Low	5
von Bastian 2013	57	68.5	40.4	≥25	WM	Home	In-house program	16	20	27	5	Active	Low	7
Wang 2011	52	64.2	67.3	28.4	Attention	Group	In-house program	4	5	45	1	Passive	High	5
Wolinsky 2011	456	61.9	62.4		SOP	Group	PS On the Road	10	5	120	1	Active	Low	9

^aTotal number of training hours.

^bTotal number of CCT sessions.

^cSession length (minutes).

^dNumber of sessions per week.

^eDefined as having high or unclear risk of bias for blinding of assessors and/or incomplete outcome data.

^fMeasured with the Montreal Cognitive Assessment (MOCA, 1-30 scale).

^gMeans for the whole study (i.e., including groups that were not included in the analysis).

^hConverted from the Modified Mental State Exam (3MSE, 1-100 scale) to Mini-Mental State Examination (1-30 scale).

ⁱMeasured with the St. Louis University Mental Status exam (SLUMS, 1-30 scale).

CNT, Colorado Neuropsychology Tests; MMSE, Mini-Mental State Examination; PS, Posit Science.

doi:10.1371/journal.pmed.1001756.t001

adaptada de Lampit et al., (2014)

4.6. Características de los estudios considerados. -

En general, los 52 conjuntos de datos incluidos en esta revisión fueron ensayos de control aleatorio que investigaron los efectos de entrenamientos cognitivos mediante ordenador (CCT) iguales o superiores a 4 horas en el rendimiento en pruebas neuropsicológicas en adultos mayores sin demencia u otro deterioros cognitivos. En total constituyeron 4.885 participantes, de los cuales controles fueron 2.358, siendo el tamaño medio del grupo de intervención 49, y el de los grupos de control 45, reportándose 396 ensayos en total. La

edad media de los participantes varió de 60 a 82 años, y aproximadamente el 60% de los participantes fueron mujeres. Las cohortes procedieron principalmente de Estados Unidos o Europa, aparte de algunos ensayos procedentes de Canadá, Australia, Israel, China, Taiwán, República de Corea y Japón. Un ensayo fue realizado por miembros de esta misma revisión. 26 estudios (50%) utilizaron un grupo de control activo y se confirmaron técnicas de enmascaramiento (ciego) en 24 (46,2%) de los estudios. Se encontraron 35 (66,6%) estudios con un alto riesgo de sesgo.

La última columna del estudio demográfico contempla el criterio de valores observado para el Mini Examen del Estado Mental, (Mini-mental state examination- MMSE), método muy utilizado para detectar el deterioro cognitivo y en su caso también para vigilar su evolución.

Las columnas correspondientes al diseño de intervención son: "CCT Type", subtipos de "Brain training" los cuales son de multidominio, atención, velocidad de procesamiento (SOP), video juegos y memoria de trabajo (WM). "Delivery", que viene referida al lugar de desarrollo de las pruebas, ya sea en casa de manera individual, como grupal normalmente en centros al efecto. Y la columna "Program" que viene referida al programa comercial utilizado o en su caso exámenes específicos. Aparte siguen las columnas referidas a dosis, número de sesiones, longitud de las pruebas y número de sesiones semanales.

Las columnas correspondientes al diseño y calidad de los estudios son tres: "Control" que viene referido a que el grupo de control pueda ser activo o pasivo; "Risk of Bias" (riesgo de sesgo) que indicará si ha habido riesgo de sesgo poco claro acerca de si se ha producido o no enmascaramiento (control ciego) y/o resultados con datos incompletos; y la "escala PEDro".

4.7 Resultados obtenidos en las pruebas efectuadas.-

Los diseños de intervención variaron considerablemente, eliminándose entre ellos un valor atípico, la heterogeneidad entre los estudios fue pequeña ($I^2 = 29,92\%$). No hubo además una evidencia sistemática de sesgo de publicación.

El ***efecto global*** (g de Hedges, modelo de efectos aleatorios) para CCT versus control fue pequeño y estadísticamente significativo, $g = 0,22$ (IC del 95%: 0,15 a 0,29).

Se encontraron tamaños de efecto pequeño a moderado para la ***memoria no verbal***, $g = 0,24$ (IC del 95%: 0,09 a 0,38); ***Memoria verbal***, $g = 0,08$ (IC del 95%: 0,01 a 0,15); ***Memoria de trabajo*** (WM), $g = 0,22$ (IC del 95%: 0,09 a 0,35); ***Velocidad de procesamiento***, $g = 0,31$ (IC del 95%: 0,11 a 0,50); y las ***habilidades visuoespaciales***, $g = 0,30$ (IC del 95%: 0,07 a 0,54).

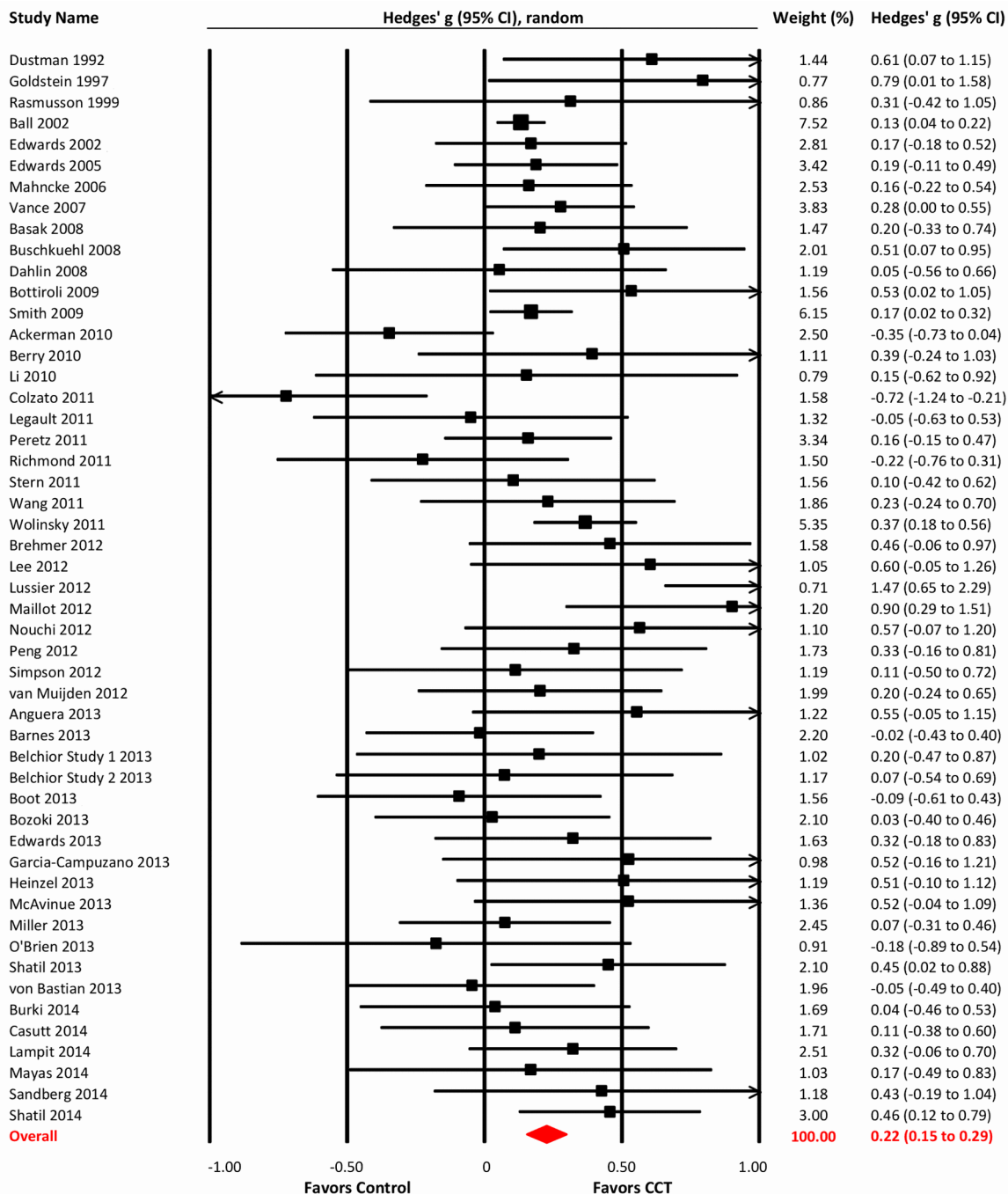
No se encontraron efectos significativos en las ***funciones ejecutivas y atención***.

Evaluada la eficacia en distintos subgrupos los datos obtenidos revelaron que la administración del entrenamiento en el hogar era ineficaz comparada con la capacitación en grupo, y que más de tres sesiones de entrenamiento por semana eran ineficaces

versus tres o menos a la semana. No existieron pruebas de ningún tipo sobre la efectividad del entrenamiento en memoria de trabajo (WM), y sólo una evidencia débil para sesiones de menos de 30 min. Estos resultados se limitan a los adultos mayores sanos y no abordan la durabilidad de los efectos del entrenamiento.

4.8. Gráficas "forest plot" de resultados.-

Figura 1. Eficacia general del CCT ("Brain training") en todos los resultados cognitivos.



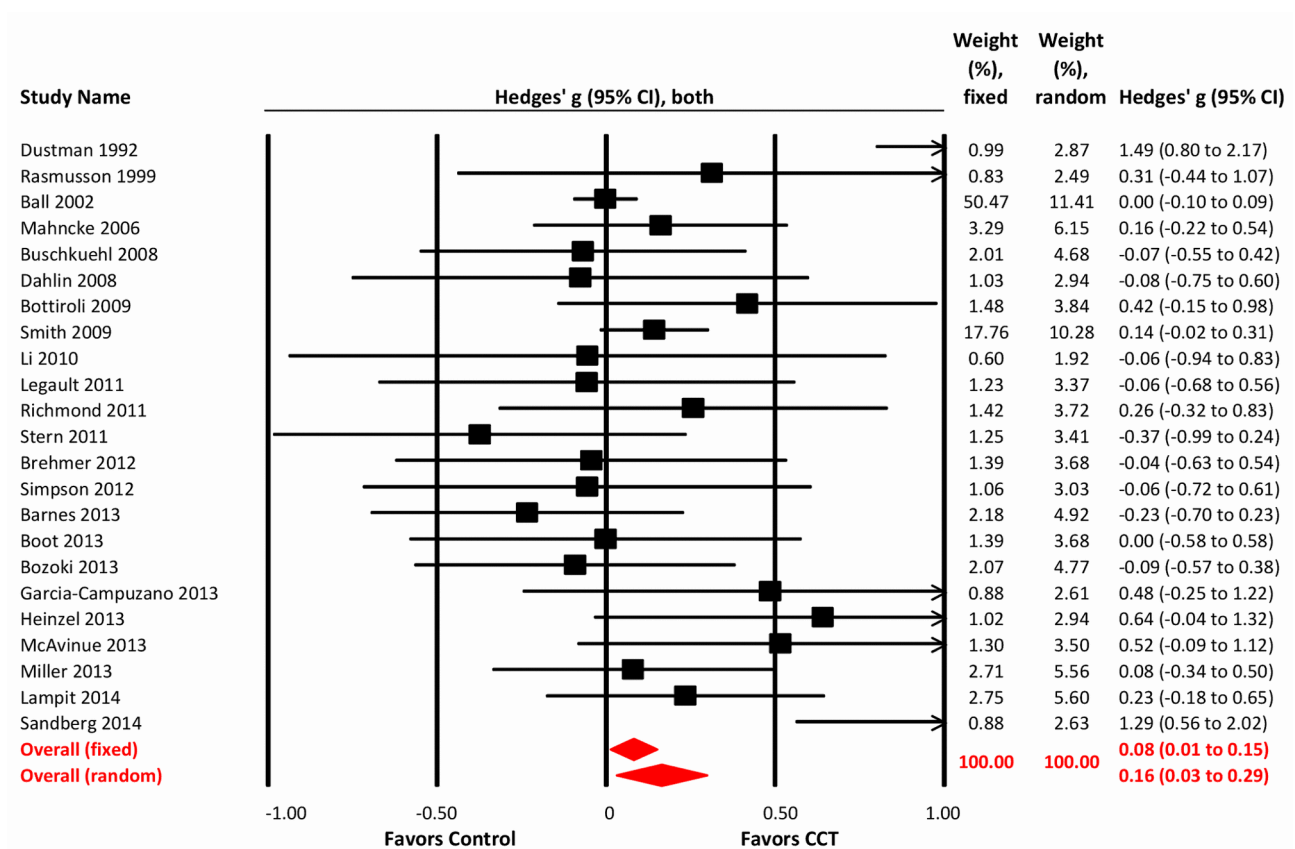
Tests for heterogeneity: $\chi^2=71.35$, $df=50$, $P=0.03$, $I^2=29.92$ (0.63 to 50.57)
 Test for overall random effect: $Z=6.07$, $P<0.001$

adaptada de Lampit et al., (2014)

En este análisis que mide la eficacia general del CCT en todos los resultados cognitivos. las estimaciones de los efectos se basan en un modelo de efectos aleatorios (se asume que los estudios incluidos en la revisión, constituyen una muestra aleatoria de todos los estudios existentes), y éste se usa cuando existe cierto grado de heterogeneidad, aparte en el gráfico forest plot los estudios vienen ordenados por año de publicación.

Cabe comentar que cuando la heterogeneidad es alta el análisis e identificación de las causas de dicha heterogeneidad debe convertirse en uno de los principales objetivos del estudio.

Figura 2. Eficacia general del CCT sobre las medidas de la memoria verbal.

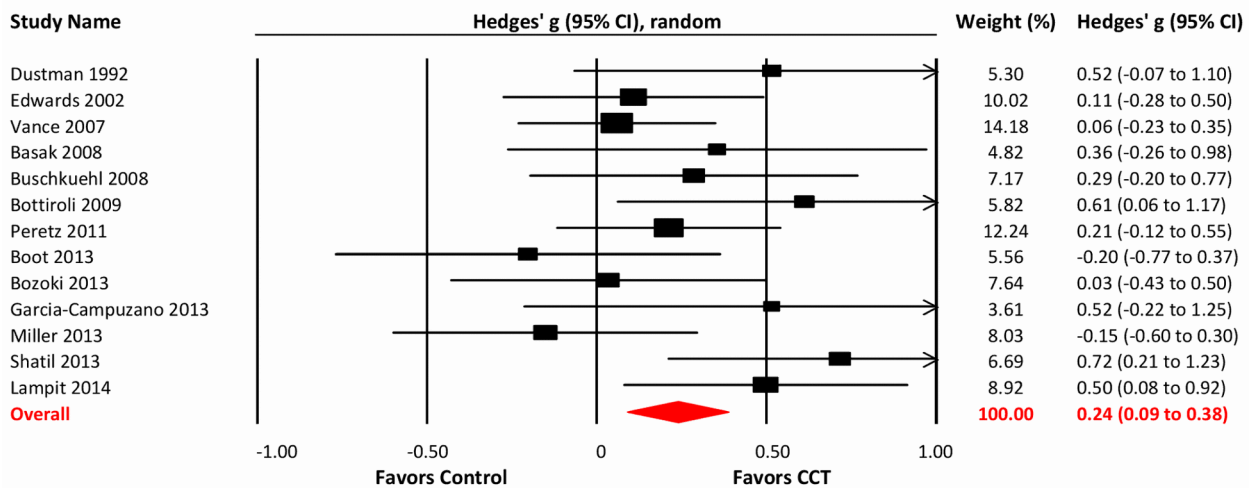


Tests for heterogeneity: $\chi^2=44.10$, $df=22$, $P=0.003$, $I^2=50.12$ (19.31 to 69.16)
 Test for overall fixed effect: $Z=2.23$, $P=0.03$
 Test for overall random effect: $Z=2.36$, $P=0.02$

adaptada de Lampit et al., (2014)

Las estimaciones de los efectos en la comparativa de la eficacia general del CCT sobre las medidas de la memoria verbal se basan en efectos fijos (superior) "Overall (fixed)" y efectos aleatorios (en la parte inferior) "Overall (random)", y los estudios están ordenados por año de publicación. En los modelos de efectos fijos se asume que no existe heterogeneidad entre los estudios incluidos en la revisión, de modo que todos ellos estiman el mismo efecto y las diferencias observadas se deben únicamente al azar.

Figura 3 Eficacia general del CCT sobre las medidas de la memoria verbal.

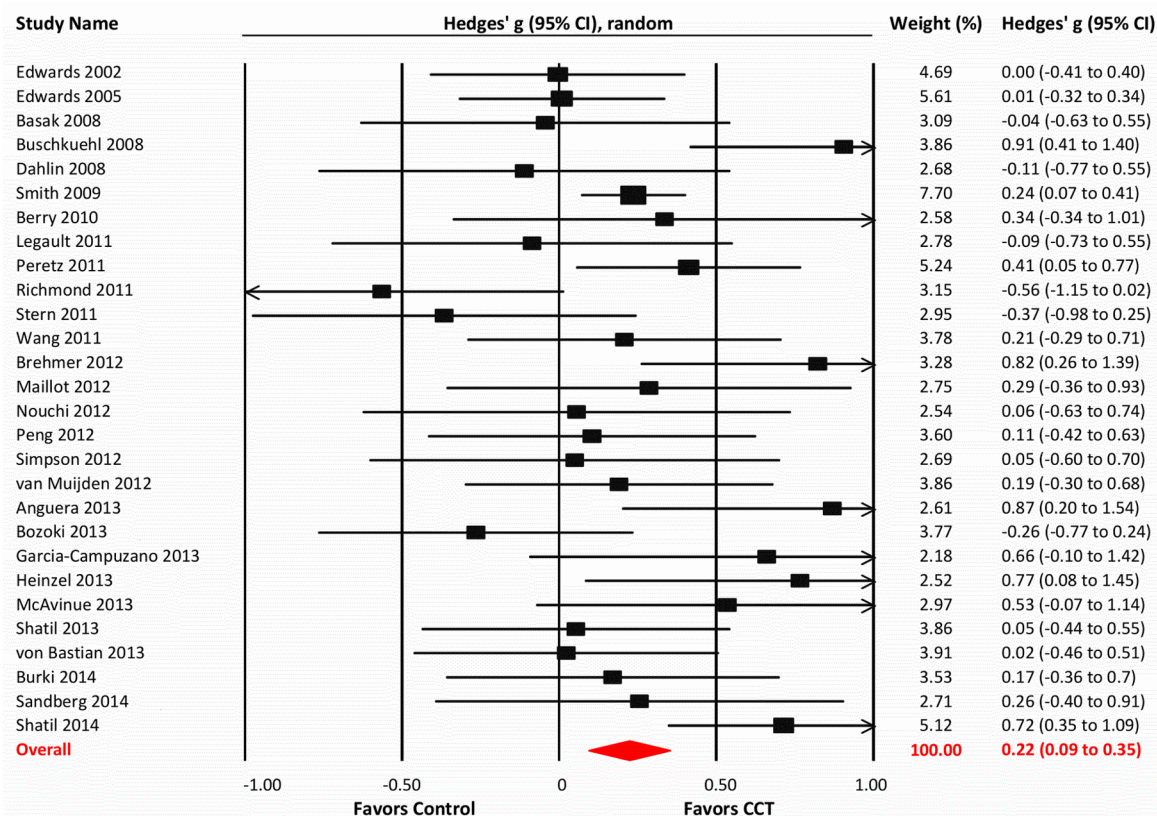


Tests for heterogeneity: $\chi^2=15.90$, $df=12$, $P=0.20$, $I^2=24.52$ (0.00 to 60.75)
 Test for overall random effect: $Z=3.14$, $P=0.002$

adaptada de Lampit et al., (2014)

Las estimaciones de los efectos se basan en un modelo de efectos aleatorios, y los estudios están ordenados por año de publicación.

Figura 4. Eficacia general del CCT sobre las medidas de la memoria de trabajo (WM).

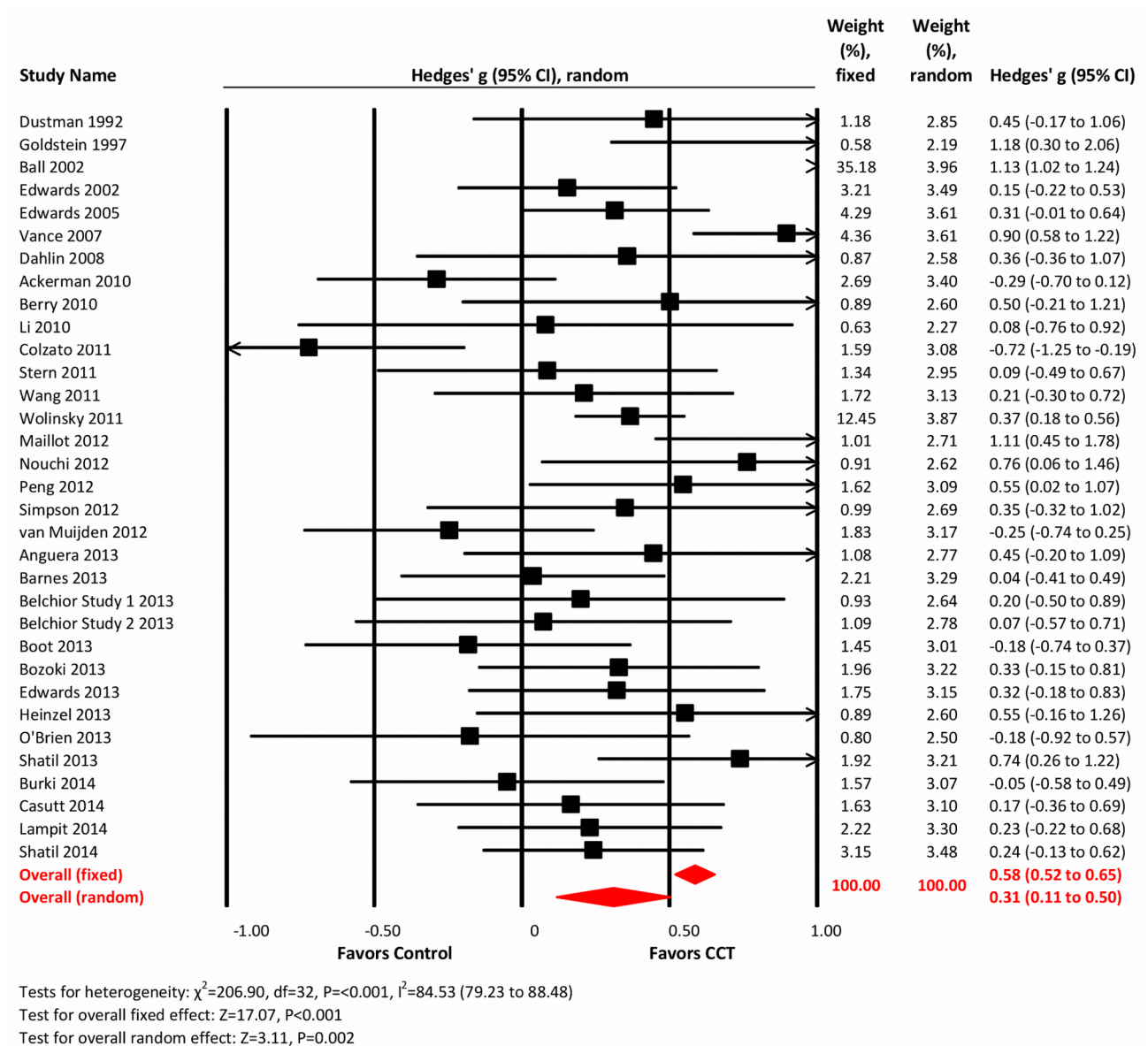


Tests for heterogeneity: $\chi^2=49.59$, $df=27$, $P=0.005$, $I^2=45.55$ (15.05 to 65.1)
 Test for overall random effect: $Z=3.35$, $P<0.001$

adaptada de Lampit et al., (2014)

Las estimaciones sobre la comparativa de la eficacia general del CCT sobre las medidas de la memoria de trabajo de los efectos se basan en un modelo de efectos aleatorios, y los estudios están ordenados por año de publicación.

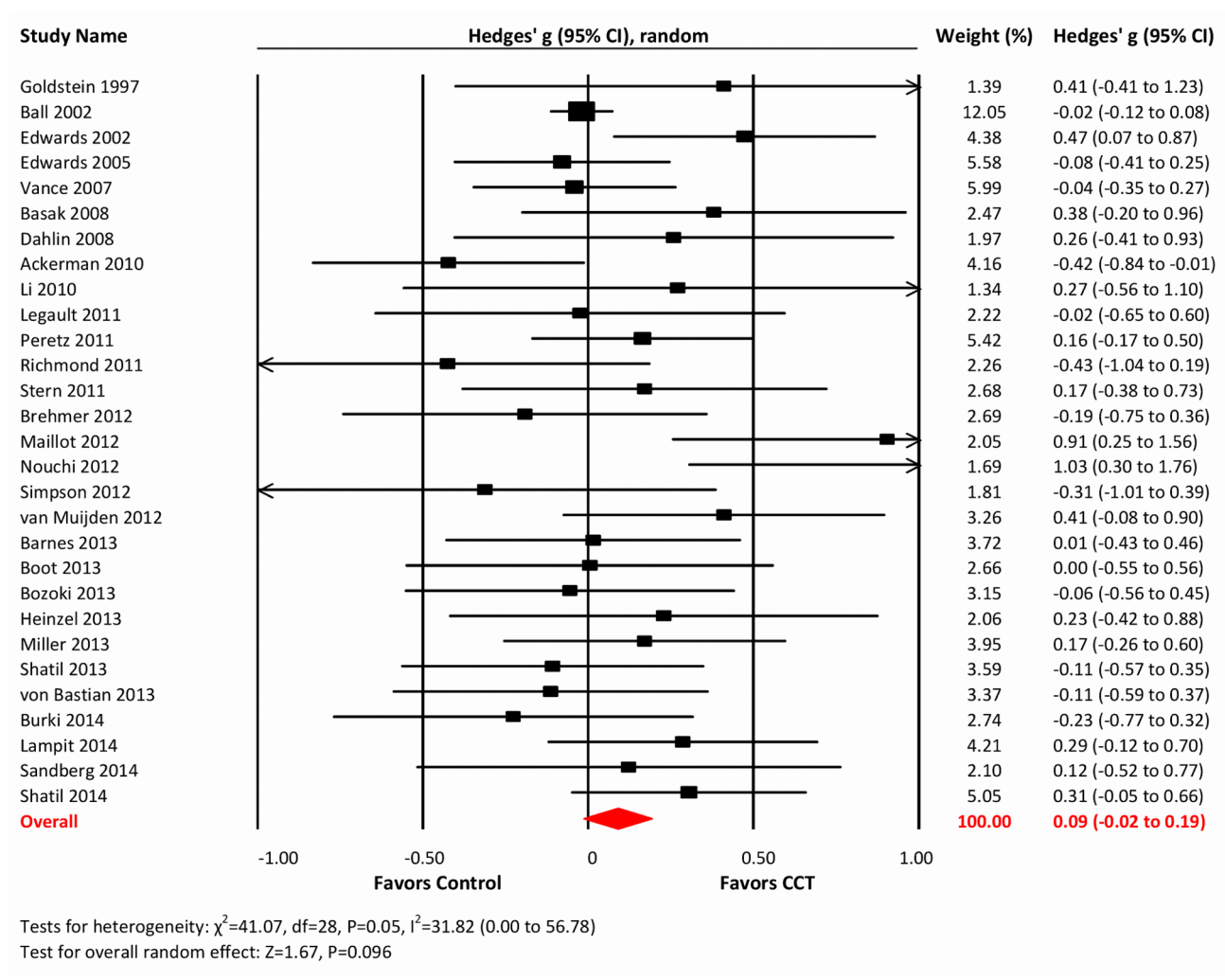
Figura 5 Eficacia general del CCT ("Brain training") sobre las medidas de la velocidad de procesamiento (SOP).



adaptada de Lampit et al., (2014)

Las estimaciones de los efectos se basan en efectos fijos (superior) y efectos aleatorios (en la parte inferior), y los estudios están ordenados por año de publicación.

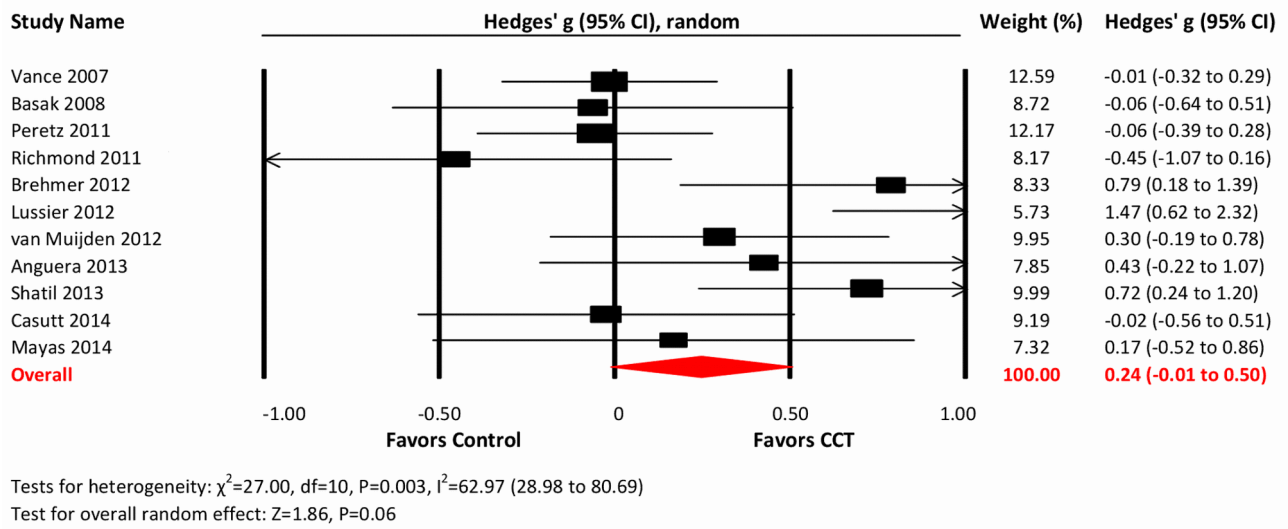
Figura 6. Eficacia general del CCT ("Brain training") sobre las medidas de las funciones ejecutivas.



adaptada de Lampit et al., (2014)

Las estimaciones de los efectos se basan en un modelo de efectos aleatorios, y los estudios están ordenados por año de publicación.

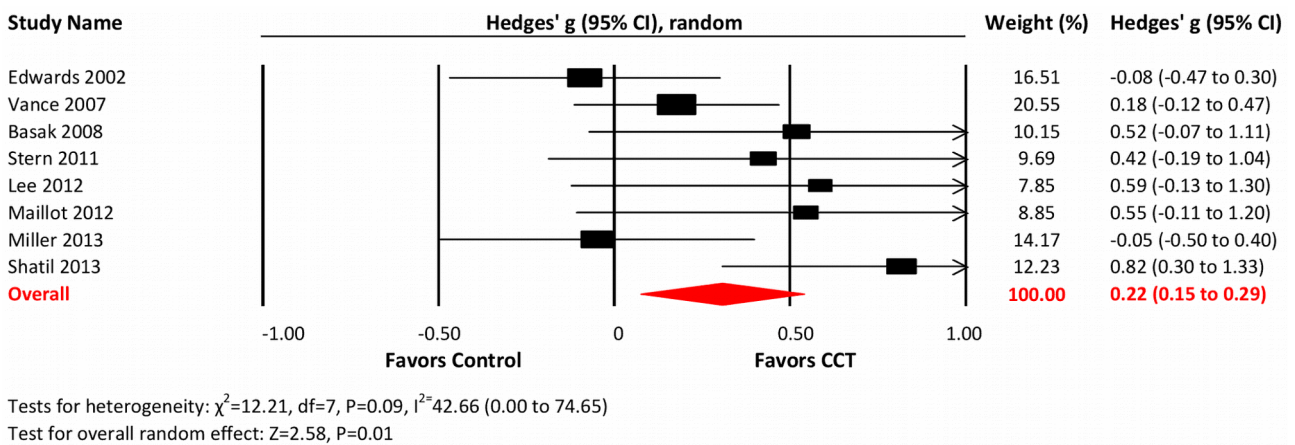
Figura 7 . Eficacia general del CCT ("Brain training") sobre las medidas de atención.



adaptada de Lampit et al., (2014)

Las estimaciones de los efectos se basan en un modelo de efectos aleatorios, y los estudios están ordenados por año de publicación.

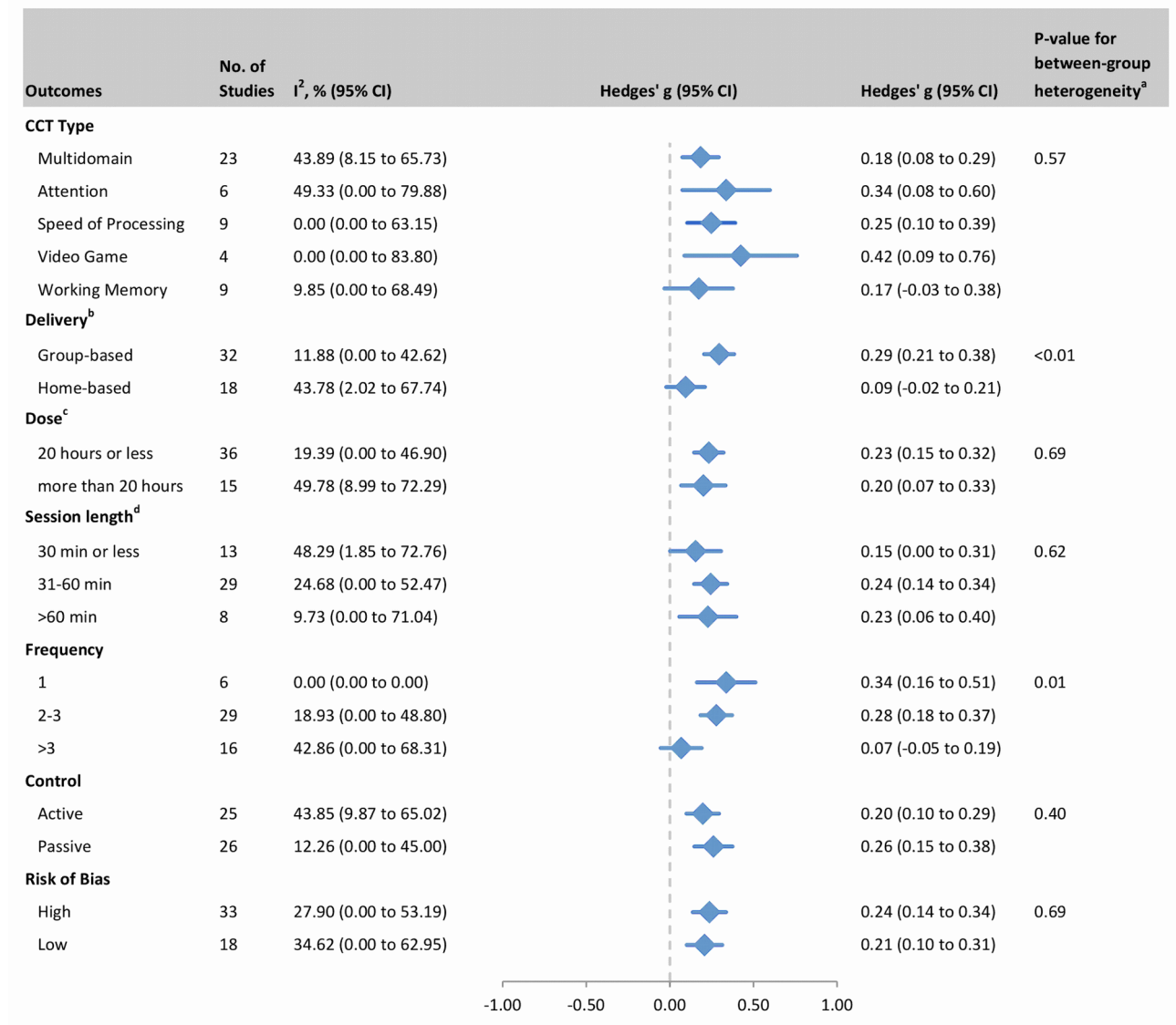
Figura 8. Eficacia general del CCT ("Brain training") sobre las habilidades visuoespaciales.



adaptada de Lampit et al., (2014)

Las estimaciones de los efectos se basan en un modelo de efectos aleatorios, y los estudios están ordenados por año de publicación.

Figura 9 . Análisis a partir de la división en subgrupos sobre los moderadores de la eficacia general del CCT ("Brain training") en adultos mayores.



adaptada de Lampit et al., (2014)

a) Q-test para medir la heterogeneidad entre grupos, modelo de efectos mezclados.

b) Se excluyó de este análisis un estudio de Berry et al., (2010) que combinaba los datos de la formación basada en el hogar y en el grupo.

c) Número total de horas de formación.

d) La duración de la sesión no se pudo ser determinada para un estudio.

5. DISCUSIÓN

Para la discusión he considerado una reciente y muy completa revisión del 2016 que analiza entre otras múltiples colecciones de datos recopilados el estudio longitudinal más extenso hasta la fecha que sirve de referente para la comunidad investigadora el ACTIVE (Jobe et al., 2001) estadounidense, y también una revisión de los experimentos con evidencia aportados por el grupo "Cognitive Training Data" de Merzenich (2014) a finales del 2014 en el enfrentamiento con el grupo de consenso de Standford / Max Planck que se posicionó en contra de la publicidad de resultados sin evidencia científica que los respaldasen respecto del fenómeno "Brain training".

5.1. Estudios más significativos y una de las críticas más completas reciente.-

En los primeros años de este nuevo siglo, se publicaron una serie de trabajos importantes sobre la intervención del cerebro que determinarían de forma muy importante la actual "carrera" en la investigación y consecuentemente en el mercado del "Brain training", incluyendo a modo de resumen uno de los primeros documentos con resultados extensos sobre intervención mediante entrenamiento cognitivo hasta la fecha (*the Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly [ACTIVE] study*; Jobe et al., 2001), junto el documento 'semilla' sobre el entrenamiento en videojuegos de acción (Green & Bavelier, 2003), y los estudios que posteriormente ayudaron a lanzar empresas como Cogmed (por ejemplo, Klingberg et al., 2005, Klingberg, Forsberg, & Westerberg, 2002). Ya en fechas muy cercanas como documentos principales para analizar todos los datos recabados tenemos el estudio que comprende metaanálisis de metaanálisis y revisiones sistemáticas de Simons et al. (2016), y el anterior documento presentado con evidencias del grupo de investigadores capitaneados por Merzenich (2014), reunidos en el '**Cognitive Training Data**'.

5.1.1. Grupo de Simons (2016) sobre el estudio ACTIVE.-

En el 2016 Daniel J. Simons y un grupo de investigadores de varias universidades punteras de EEUU y Gran Bretaña han publicado un amplio documento (2016): "*Do "Brain-Training" Programs Work?*" (¿Funcionan los programas de "Brain training"?), representando casi un metaanálisis de metanálisis -con la salvedad de que todavía estamos en un estadio primario de la cuestión, y no existe gran calidad en las investigaciones, ni unificación de protocolos-, donde analizan exhaustivamente la situación del sector y con detenimiento las dos publicaciones que vamos a citar junto a un análisis crítico de las empresas punteras en el sector estadounidense, y casi por ende a nivel mundial, aunque el sector en Europa tiene su mercado con empresas posicionadas en la estimulación cognitiva como la alemana Hasomed propietaria de Rehacom o la

participación de la española TEA en NeuroUP entre otras empresas de renombre que ya tienen operaciones en el prometedor y activo mercado del "Brain training".

Respecto al efecto del "Brain training" hasta el momento el estudio ACTIVE es el ensayo o conjunto de ensayos coordinado más completo realizado hasta la fecha, promovido por la National Institutes of Health (NIH) de EEUU, y con seguimientos que hasta el momento van desde abril de 1998 a octubre del 2010; los 2.832 voluntarios originales -adultos de edad avanzada (mayores de 65 años)- del estudio ACTIVE se dividieron en tres grupos de entrenamiento -memoria, razonamiento y velocidad de procesamiento- y un grupo de control. Los grupos de entrenamiento participaron en 10 sesiones de 60 a 70 minutos en cinco a seis semanas, con algunas seleccionadas al azar para sesiones de refuerzo posteriores. El estudio (que está citado hasta el 2016 en más de 50 publicaciones, junto a múltiples citas en documentos de empresas de "Brain training") midió los efectos de cada habilidad cognitiva específica entrenada inmediatamente después de las sesiones y en uno, dos, tres, cinco y 10 años después del entrenamiento. Los resultados hasta el momento indican que hubo mejores habilidades cognitivas para el razonamiento y la velocidad, pero no la memoria, siempre con ventajas sobre el grupo control, aparte hay que señalar que la transferencia cognitiva hacia otras áreas se consideró nula, sólo se registró en las pruebas entrenadas. Sin embargo no puede circunscribirse el ensayo general en un nivel de evidencia que represente ensayos clínicos de alta calidad con muy poco riesgo de sesgo puesto que el diseño de los grupos de control mostró un gran número de limitaciones, ya que el comportamiento del grupo de control era no activo en los ensayos. Por otro lado la muestra era amplia, étnica y geográficamente, los participantes eran de seis ciudades distintas de EEUU repartidas por su geografía; 28% eran de etnia no caucásica, tenían un promedio de 74 años de edad al comienzo del estudio con 14 años de educación recibida, el 76% eran mujeres, y el seguimiento de 10 años pudo llevarse a cabo por el 44% de la muestra original. Los ensayos cumplieron las normas consolidadas de ensayos aleatorios (CONSORT), (Moher, Schulz, & Altman, 2001), existiendo una gran claridad en la forma de exponer los resultados. Para los adultos de edad avanzada, la capacidad de mantener una vida independiente es quizás el beneficio social más importante a partir del "Brain training". Lamentablemente, las medidas sobre las AVD (actividades de la vida diaria) son las menos cuantificadas de manera objetiva en este estudio. A causa de que los informes se basan en comportamiento auto-reportado, estos se muestran más vulnerables a la efectos de la expectativa (según los datos observados por ejemplo en, Cortese et al., 2015; Rapport, Orban, Kofler, & Friedman, 2013). De todas maneras para la gente con dificultades en las actividades de la vida diaria (AVD), los informes muestran tendencia a predecir resultados altamente significativos en el mundo real, incluyendo la crítica posibilidad de institucionalización (Luppa et al., 2010).

El ACTIVE podría tomarse como la base que marca los ensayos clínicos aleatorios que evalúan el impacto de las intervenciones cognitivas. Entre sus puntos fuertes están el gran tamaño de la muestra, el largo período de seguimiento (10 años) y la publicación de un documento de "diseño" antes de los primeros resultados. Sus limitaciones han sido expuestas y contribuirán a la mejora de los siguientes ensayos futuros.

5.1.2. Grupo de Simons (2016) y el informe del 'Cognitive Training Data'

La otra gran fuente de la que decidió el grupo de Simons obtener estudios significativos fue la procedente en el 2014 de la carta "anti-consenso" del grupo encabezado por el investigador Merzenich (2014), el 'Cognitive Training Data', que citaba 132 artículos como pruebas del funcionamiento de "Brain training", aunque coincidían en líneas generales con el grupo de consenso de Standford/Max Planck en que las carencias metodológicas todavía hacían adolecer a los ensayos de niveles de evidencia altamente exigentes para poder extender las replicaciones y demás procesos en un número considerable de ensayos, habiéndose constituido de facto directa o indirectamente en el grupo "defensor" de la posición de la industria del "Brain training".

Las evidencias citadas por el grupo 'Cognitive Training Data' citan 132 artículos de revistas apoyando el beneficio de las intervenciones mediante "Brain training". El estudio del grupo de Simons et al. (2016) en primer lugar clasificó los estudios publicados en estas publicaciones según el tipo de artículo, junto a una subclasificación dependiendo de la existencia o no de grupo de control y el tipo de éste (véase la Tabla 3) y luego evaluó detenidamente la calidad de las intervenciones, aportando la extensa documentación de forma detallada a la comunidad investigadora de manera pública en una Wiki de la web colaborativa para investigadores Open Science Framework (ver <https://goo.gl/N6jY3s> o Anexo 8.3 - A).

Tabla 3. The Evidence Cited by Cognitive Training Data

Type of paper	Total number	Percentage
Review or meta-analysis (no new data)	21	16%
Intervention study		
Learning only (no transfer tests)	5	4%
No baseline control group	14	11%
Control group without random assignment	6	5%
Randomized controlled trial		
The ACTIVE trial	15	11%
Passive control group	22	17%
Active control group	49	36%
Total papers cited by Cognitive Training Data	132	100%
Total randomized controlled trials	86	64%

adaptada de Simons et al., (2016)

Analizándolos exhaustivamente se observó que de los 132 artículos, sólo 71 intervenciones independientes tenían grupo de control relacionado directamente con la investigación y de ellos únicamente en 49 los grupos de control podrían considerarse activos, hay que resaltar que la carta de ensayos controlados de los que se tienen

evidencias citados por el grupo 'Cognitive Training Data' se incluyen 15 trabajos resultantes del ensayo ACTIVE.

Respecto a los grupos de control no activos, se trazó un paralelismo que confirmó tanto las aseveraciones como las limitaciones del amplio estudio ACTIVE; y respecto a los grupos de control activos que se agruparon entorno a unos 25 estudios troncales, pues se hallaron reiteraciones entre ellos, aparte de que en estos estadios preliminares se encontraron a su vez los clásicos problemas tanto de insuficiente número en las muestras analizadas y relativamente corto periodo temporal de desarrollo de los experimentos, como de diseño de las tareas de los grupos de control (frecuentemente no consideradas de tanto esfuerzo cognitivo como las realizadas mediante el CCT -programas de "Brain training"-, por ejemplo, mediante crucigramas, aprendizaje de software de oficina, etc.) y en la toma de datos escrupulosa con los criterios experimentales respecto a los análisis pre-test y post-test. La sombra del software privativo también estuvo muy presente con sus posibles sesgos característicos, pero el avance en la experimentación no puede dejar de negarse, cabe destacar que en muchos de los más recientes análisis estadísticos de los datos se han empezado a encontrar con asiduidad distintos tipos de análisis de varianza (ANOVA) que contemplaban matrices de cambios entre tiempos y condiciones para hacer estimaciones estadísticas sobre el desarrollo positivo o no de los distintos experimentos cognitivos.

Un grupo de ensayos, el estudio **IHAMS** (Iowa Healthy and Active Minds Study), específicamente su ensayo "Clinical Trial NCT01165463" se consideró por el grupo de Simons como la intervención más cercana a una replica del ensayo ACTIVE pero esta vez con grupo de control activo, tanto a nivel de tamaño de la muestra como del contenido de la intervención, entre ellos, los ensayos 'The speed-of-processing arm of ACTIVE'; (Wolinsky, Vander Weg, Howren, Jones, & Dotson, 2013; Wolinsky et al., 2011) que consistieron en experimentos de control aleatorio que estudiaban la mejora bajo el entrenamiento cognitivo de la velocidad de procesamiento visual en grupos de mediana y avanzada edad. La muestra analizada en este estudio fue de 681 participantes en cuatro condiciones de intervención, aparte también se amplió el rango de edad de los participantes incluidos (50 años y más, en comparación con los 65 años y más en ACTIVE).

Otros estudios importantes dignos de mención en el paper de revisión confeccionado por el grupo de Simons fueron aparte de algunos ensayos específicos, los estudios **SKILLS** (The Staying Keen in Later Life) e **IMPACT** (Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training).

El estudio SKILL examinó los efectos del entrenamiento en velocidad de procesamiento, centrándose sólo en adultos mayores que ya exhibían déficit de velocidad de procesamiento, evaluándoles mediante subpruebas de UFOV - 'Useful Field of View Test' (Test de Campo de Vista Útil) de (Edwards et al., 2005) que incorporaba pruebas de búsquedas visuales y atención dividida, el desempeño en estos experimentos se

correlaciona con las tasas de choque, de modo que los participantes con puntuaciones más bajas de UFOV suelen ser más propensos a los accidentes. Sus resultados siguieron la tónica general positiva pero sólo en ese área de entrenamiento.

El estudio IMPACT con estudios iniciales de Smith et al. (2009) que publicaron los primeros resultados, y posteriormente el grupo de Zelinski et al. (2011) publicó los resultados de un seguimiento a 3 meses vista, y otro de Zelinski, Peters, Hindin, y Petway (2014), ensayos cuyos resultados estudiados globalmente fueron especialmente positivos, con uso en determinados ensayos del software de la empresa Posit Science, que podrían inducir a recordar como así hizo el grupo de Simons en los sesgos por la posible influencia de la industria.

En resumen las conclusiones sobre los estudios citados por el grupo Cognitive Training Data dieron poca evidencia convincente en la existencia de una transferencia cognitiva en los ejercicios de entrenamiento. Quizás los posibles beneficios más sólidos se obtuvieron en el entrenamiento sobre la velocidad de procesamiento, pero estos beneficios tendieron a limitarse únicamente a un rendimiento evidente como mucho en otras tareas de laboratorio. La única excepción digna de resaltar podría ser una tendencia por la cual el entrenamiento en la velocidad de procesamiento procura la obtención de mejoras en ejercicios cronometrados pertenecientes aplicables al área de actividades de la vida diaria (AVD) como por ejemplo ejercicios de conducción computerizados. Como se viene repitiendo, todos estos datos tendrán que ser contrastados más extensamente sobre este tipo de efectos observados.

No está nada claro si los resultados de las intervenciones para las poblaciones de pacientes que sufren déficits cognitivos podrían generalizarse a poblaciones que simplemente experimentan un envejecimiento cognitivo típico o que exhiban niveles de funcionamiento adulto dentro de un rango normal de valores. Resultados de estudios con poblaciones de personas ancianas cognitivamente deterioradas no se pueden generalizar a poblaciones menos deterioradas, y viceversa. Sin un ramillete de pruebas explícitas y directas de determinados productos de entrenamiento con unos objetivos demográficos especificados, la generalización hacia o desde otras poblaciones diferentes no se ha mostrado hasta el momento útil y por lo tanto no está justificado.

6. CONCLUSIONES

La inteligencia podemos entenderla como un conjunto de aptitudes (aprendizajes, memoria, razonamiento, lenguaje, etc.) que permite al ser humano adaptarse al mundo que le rodea y solucionar los problemas con eficacia, relacionado con la mejora de ésta el software hoy en día comúnmente denominado de "Brain training" busca una mejora en especial de la inteligencia fluida, la cual puede definirse como un componente de la inteligencia no vinculado al aprendizaje cultural, y que representa el potencial básico de cada individuo (que hasta fechas recientes la comunidad científica tenía como inmutable, hoy ya existen voces que plantean dudas al respecto). La inteligencia fluida se evalúa a partir de habilidades como el razonamiento, la velocidad de procesamiento o la capacidad de adaptación a situaciones novedosa, sin embargo los últimos desarrollos teóricos sobre las funciones ejecutivas aluden a la alta importancia que tienen en todos estos procesos las cuestiones emocionales, las cuales no pueden ser olvidadas a la hora de acometer tratamientos cognitivos de esta naturaleza. Dentro de todas las características que rodean a la inteligencia fluida, la interrelación de la memoria de trabajo con la atención y la memoria inmediata parecen ser directrices en estos procesos, pero mientras el entrenamiento de la memoria en ocasiones, sobre todo la memoria reciente verbal e incluso de la atención, muestran evidencias positivas aunque puedan exigir refuerzos en el tiempo para su transferencia, en el caso de la memoria de trabajo la experimentación de calidad exigente no ha dado resultados positivos de ningún tipo, pese a que se han publicado trabajos que así lo anunciaban estos han dado múltiples problemas para su replicación, mostrando bastantes limitaciones a la hora de haberse planificado como ensayos de control aleatorio, con ausencia de grupos de control o mala concepción de ellos, muestras con pocos participantes, malas prácticas experimentales, etc.

La existencia de sesgos producidos por el efecto placebo según investigadores es muy amplia, aparte del sesgo de publicación que condena a los resultados negativos a no ser publicados y el efecto Hawthorne por el que los participantes en un experimento modifican algún aspecto de su conducta al saber que son estudiados, y no a causa de alguna manipulación contemplada en el ensayo correspondiente.

Actualmente los datos con los que se cuentan sobre la efectividad de mejora cognitiva de los denominados juegos de entrenamiento de la mente "Brain training" continúan siendo contradictorios, aunque podemos decir dados los resultados positivos que argumenta una parte de la comunidad investigadora y la industria que sus efectos positivos aún no han sido probados, dejando una ventana abierta, porque a nivel científico de manera estricta todavía no se ha podido disponer de evidencias sólidas que permitan afirmar que dichos programas funcionan.

La atención primaria tiene un difícil posicionamiento respecto al software de entrenamiento cognitivo, debido a la falta de constatación empírica con nivel de evidencia

máximo, la presión social por ejemplo tanto en demencias como en educación, y la actual generalización de dichos programas que ya comienzan a poder ser seguidos desde casa.

La comunidad investigadora intenta proponer protocolos comunes para la experimentación de este tipo, y surgen propuestas de software no privativo (gratuito para investigación, y con código libre) para intentar lograr armonizar las pruebas.

En la amplia mayoría de conclusiones de los artículos científicos se señala la necesidad de muestras más grandes, un respeto escrupuloso a las guías de calidad sobre ensayos controlados aleatorios y sus respectivos grupos de control, grupos de control activos con actividades con mayor parecido a las de intervención, mayor seguimiento longitudinal a lo largo del tiempo, como un intento de suprimir los distintos tipos de sesgos (placebo, de publicación, Hawthorne) para poder conseguir desarrollar experimentos con un máximo nivel de evidencia, sin olvidar la evaluación junto a las tareas neuropsicológicas de las cuestiones emocionales, de desempeño de actividades de la vida diaria, autoeficacia, calidad de vida (QoL), etc. que hasta el momento no han sido analizadas en tanta cantidad como las variables cognitivas clásicas.

Las recomendaciones de precaución por parte de los científicos sobre el uso de estos programas señalan que a día de hoy la práctica de ejercicio moderado y actividades sociales también muestran resultados positivos en la mejora o mantenimiento cognitivo.

La presión de la industria es muy fuerte y desde su posición no se admite la exigencia por una parte de la comunidad investigadora acerca de la sugerencia del respeto a mejores prácticas en experimentación. Argumentan que con ese tipo de cortapisas se sofoca la innovación, desde el lado que defiende la ortodoxia en investigación se trazan líneas paralelas con la industria farmacológica, y se señala al respeto a los protocolos como forma de lograr resultados en investigación. Las estimaciones de ventas de este tipo de productos son ya del orden de miles de millones de dólares estadounidenses.

Pronunciarse sin disponer de suficientes elementos de rigor se antoja muy ambicioso, y más habiendo sucedido el choque entre dos grupos de investigadores de la máxima solvencia a nivel internacional apenas hace dos años, uno de ellos abogaba por la denuncia hacia quienes anuncian evidencias que prueban el funcionamiento del "Brain training", y el contrario negaba dichas afirmaciones publicando una larga lista de ensayos positivos aunque reconocieran ciertos fallos de la industria en su política publicitaria.

El último episodio más reciente en esta carrera del "Brain training" ha sucedido en EEUU, a principios del 2016 cuando la 'FTC' - 'Comisión Federal de Comercio' que defiende a los consumidores impuso una multa millonaria a la empresa propietaria del software Lumosity por publicidad engañosa.

Aunque el boom de Nintendo del año 2005 respecto al "Brain training" fue perdiendo fuele paulatinamente, otras empresas han colocado sus productos estratégicamente en el

mercado, por ejemplo a nivel educativo Cogmed (propiedad de Pearson educación) está extendido internacionalmente, y el software Lumosity tiene ventas anuales en EEUU millonarias.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allaire, J., Bäckman, L., Balota, D. A., Bavelier, D., Bjork, R. , & Bower, G. (2014). A Consensus on the Brain Training Industry from the Scientific Community. Max Planck Institute for Human Development and Stanford Center on Longevity. Disponible en <http://longevity3.stanford.edu/blog/2014/10/15/the-consensus-on-the-brain-training-industry-from-the-scientific-community/>. [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Anderson, M., Xu, F., Ou-Yang, M. H., Davis, J., Van Nostrand, W., & Robinson, J. (2016). Intensive 'Brain Training' Intervention Fails to Reduce Amyloid Pathologies or Cognitive Deficits in Transgenic Mouse Models of Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, (Preprint), 1-13. doi:10.3233/JAD-160674
- Baena, J., Riu, S., & Martínez, M. (2009). Evidencias sobre la utilidad de los programas de entrenamiento de la memoria. *FMC-Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 16(7), 418-423.
- Ballard, C. G., Corbett, A., Clack, H., & Owen, A. (2010). Can Brain Training Games Improve Cognition in People Over 60?. *Alzheimer's & Dementia*, 6(4), e55-e56.
- Ballesteros, S., Mayas, J., Prieto, A., Toril, P., Pita, C., Laura, P. D. L., ... & Waterworth, J. A. (2015). A randomized controlled trial of brain training with non-action video games in older adults: results of the 3-month follow-up. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 45. doi:10.3389/fnagi.2015.00045
- Bavelier, D., & Davidson, R. J. (2013). Brain training: Games to do you good. *Nature*, 494(7438), 425-426.
- Berry, S., Zanto, T., Clapp, W., Hardy, J., Delahunt, P., Mahncke, H., & Gazzaley, A. (2010). The influence of perceptual training on working memory in older adults. *PLoS one* 5(7), e11537
- Boot, W., Simons, D., Stothart, C., & Stutts, C. (2013). The pervasive problem with placebos in psychology: why active control groups are not sufficient to rule out placebo effects. *Perspectives on Psychological Science*, 8(4): 445–54.
- Borness, C., Proudfoot, J., Crawford, J., & Valenzuela, M. (2013). Putting brain training to the test in the workplace: a randomized, blinded, multisite, active-controlled trial. *PloS one*, 8(3), e59982. doi:10.1371/journal.pone.0059982

- Burgers, C., Eden, A., van Engelenburg, M. D., & Buningh, S. (2015). How feedback boosts motivation and play in a brain-training game. *Computers in Human Behavior*, 48, 94-103. doi:10.1016/j.chb.2015.01.038
- Carrillo, M. C., Dishman, E., & Plowman, T. (2009). Everyday technologies for Alzheimer's disease care: Research findings, directions, and challenges. *Alzheimer's & Dementia*, 5(6), 479-488. doi:10.1016/j.jalz.2009.09.003
- Chaikhram, A., Putthinoi, S., Lersilp, S., Bunpun, A., & Chakpitak, N. (2016). Cognitive Training Program for Thai Older People with Mild Cognitive Impairment. *Procedia Environmental Sciences*, 36, 42-45. doi:10.1016/j.proenv.2016.09.007
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Daley, D., Dittmann, R. . . . European ADHD Guidelines Group. (2015). Cognitive training for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-analysis of clinical and neuropsychological outcomes from randomized controlled trials. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 54, 164–174.
- De Giglio, L., De Luca, F., Prosperini, L., Borriello, G., Bianchi, V., Pantano, P., & Pozzilli, C. (2015). A low-cost cognitive rehabilitation with a commercial video game improves sustained attention and executive functions in multiple sclerosis a pilot study. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(5), 453-461. doi:10.1177/1545968314554623
- De Giglio, L., Upadhyay, N., De Luca, F., Prosperini, L., Tona, F., Petsas, N., ... & Pantano, P. (2016). Corpus callosum microstructural changes associated with Kawashima Nintendo Brain Training in patients with multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences*, 370, 211-213. doi:10.1016/j.jns.2016.09.041
- Diehl, M., Willis, S., & Schaie, K. (1995). Everyday problem solving in older adults: Observational assessment and cognitive correlates. *Psychology & Aging*, 10(3), 478-491
- Edwards, J., Vance, D., Wadley, V., Cissell, G., Roenker, D., & Ball, K. (2005). Reliability and validity of the Useful Field of View test scores as administered by personal computer. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27, 529–543.
- Federal Trade Commission. (2016). Lumosity to pay \$2 million to settle FTC deceptive advertising charges for Its “Brain Training” program. Disponible en <https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2016/01/lumosity-pay-2-million-settle-ftc-deceptive-advertising-charges>. [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Fernández-Calvo, B., Rodríguez-Pérez, R., Contador, I., Rubio-Santorum, A., & Ramos, F. (2011). Efficacy of cognitive training programs based on new software technologies in patients with Alzheimer-type dementia. *Psicothema*, 23(1), 44-50. Disponible en <http://www.psicothema.com/PDF/3848.pdf> [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Fisher, B., & Garges, D. (2013). Efficacy of a therapeutic cognitive training program for memory and neuropsychological deficits in a dementia population. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 9(4), P294. doi:10.1016/j.jalz.2013.05.598

- Foroughi, C., Monfort, S., Paczynski, M., McKnight, P., & Greenwood, P. (2016). Placebo effects in cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201601243. doi: 10.1073/pnas.1601243113 Disponible en <http://www.pnas.org/content/113/27/7470.full> [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Fratiglioni L., y Qiu Ch. (2011). Prevention of cognitive decline in ageing: dementia as the target, delayed onset as the goal. *Lancet*, 12, 11-22. doi:10.1016/S1474-4422(11)70145-4
- González, E. (2016). Estimulación cognitiva asistida con dispositivos tablet en demencia: revisión bibliográfica. *Revista electrónica de terapia ocupacional Galicia, TOG*, 13(23). Disponible en <http://www.revistatog.com/num23/pdfs/revision3.pdf> [Acceso el 7 de enero del 2017]
- González, I., Urrútia, G., & Alonso-Coello, P. (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. *Revista española de cardiología*, 64(8), 688-696. doi:10.1016/j.recesp.2011.03.029
- Gopher, D., Well, M., Bareket, T. (1994). Transfer of skill from a computer game trainer to flight. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 36(3), 387–405.
- Green, C., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423, 534–537.
- Higgins, J., Green, S., editors (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 5.1.0*. The Cochrane Collaboration.
- Hindmarch, I., Leheld, H., de Jongh, P., Erzigkeit, H. (1998). The Bayer Activities of Daily Living Scale (B-ADL). *Dement Geriatr Cogn Disord*. 9 (Suppl 2):S20-6.
- Holmes, J. (2011). Baby brain: Training executive control in infancy. *Current Biology*, 21(18), R684-R685. doi:10.1016/j.cub.2011.08.026
- 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, USA*, 105, 6829–6833. doi:10.1073/pnas.0801268105
- Jaušovec, N., & Jaušovec, K. (2012). Working memory training: improving intelligence—changing brain activity. *Brain and cognition*, 79(2), 96-106. doi:10.1016/j.bandc.2012.02.007
- Jhaveri, A. (2016). Federal Trade Commission. Consumer information. Blog: “Brain training” with Lumosity — does it really work?. Disponible en <https://www.consumer.ftc.gov/blog/brain-training-lumosity-does-it-really-work> [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Jobe, J., Smith, D., Ball, K., Tennstedt, S., Marsiske, M., Willis, S., . . . Kleinman, K. (2001). ACTIVE: A cognitive intervention trial to promote independence in older adults. *Controlled Clinical Trials*, 22, 453–479.

- Jones, K., Stephens, J., Alam, M., Bikson, M., & Berryhill, M. (2015). Longitudinal neurostimulation in older adults improves working memory. *PLoS one*, 10(4), e0121904. doi:10.1371/journal.pone.0121904
- Katsnelson, A. (2010). No gain from brain training. *Nature*, 464(11111). doi:10.1038/4641111a
- Kirk, H. E., Gray, K., Riby, D. M., & Cornish, K. M. (2015). Cognitive training as a resolution for early executive function difficulties in children with intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 38, 145-160. doi:10.1016/j.ridd.2014.12.026
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 317–324. doi:10.1016/j.tics.2010.05.002
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., . . . Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD—A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44, 177–186.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 781–791.
- Koorenhof, L., Baxendale, S., Smith, N., & Thompson, P. (2012). Memory rehabilitation and brain training for surgical temporal lobe epilepsy patients: a preliminary report. *Seizure*, 21(3), 178-182. doi:10.1016/j.seizure.2011.12.001
- Ko, E. J.; Sung, I. Y.; Jeong, E. S. (2016). Poster 492. The Effect of Tablet PC Based Cognitive Training Program (Injini) for Children with Cognitive Impairment in Educational Field. *PM&R*, Volume 8, Issue 9, S320. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.410
- Kwak, K. P., Lee, S., Kim, T., & Bae, N. (2015). Cognitive training programs for very old lone adults in a Korean rural community. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 11(7), P590. doi:10.1016/j.jalz.2015.06.798
- 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 Med* 11(11): e1001756. doi:10.1371/journal.pmed.1001756
- Lorant-Royer, S., Munch, C., Mesclé, H., & Lieury, A. (2010). Kawashima vs “Super Mario”! Should a game be serious in order to stimulate cognitive aptitudes?. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 60(4), 221-232. doi:10.1016/j.erap.2010.06.002
- Lovibond, S.; Lovibond, P. (1995). "Manual for the Depression Anxiety Stress Scales" (2nd ed.). Sydney: Psychology Foundation. (Available from The Psychology Foundation, Room 1005 Mathews Building, University of New South Wales, NSW 2052, Australia)

- Luppa, M., Luck, T., Weyrer, S., König, H., Brähler, E., & Riedel-Heller, S. (2010). Prediction of institutionalization in the elderly. A systematic review. *Age and Ageing*, 39, 31–38. doi:10.1093/ageing/afp202
- Maher, C., Sherrington, C., Herbert, R., Moseley, A., Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* 83: 713–721.
- Makin, S. (2016). Brain training: memory games. *Nature*, 531(7592), S10-S11.
- Mayas, J., Parmentier, F., Andrés, P., Ballesteros, S. (2014). Plasticity of Attentional Functions in Older Adults after Non-Action Video Game Training: A Randomized Controlled Trial. *PLoS one* 9(3): e92269. doi:10.1371/journal.pone.0092269
- McCabe, J. A., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2016). Brain-Training Pessimism, but Applied-Memory Optimism. *Psychological Science in the Public Interest*, 17(3), 187-191. doi:10.1177/1529100616664716
- McCambridge, J., Witton, J., & Elbourne, D. (2014). Systematic review of the Hawthorne effect: new concepts are needed to study research participation effects. *Journal of clinical epidemiology*, 67(3):267–77.
- Merzenich, M. (2014). Cognitive Training Data Response Letter. <http://www.cognitivetrainingdata.org/the-controversy-does-brain-training-work/response-letter/>
- Mogollón González, E. (2014). Una propuesta para el mejoramiento cognitivo en el adulto mayor: Una alternativa al entrenamiento cerebral. *Revista Electrónica Educare*, 18(2), 1-17. doi:10.15359/ree.18-2.1
- Moher, D., Schulz, K., & Altman, D. (2001). The CONSORT statement: Revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomized trials. *Journal of the American Medical Association*, 285, 1987–1991.
- Moreau, D. (2014). Software marketing: Can brain training boost cognition?. *Nature*, 515(7528), 492-492.
- Musso, M., Murata, C., & Salgado, J. (2013). Efectividad y generalización del entrenamiento de la memoria de trabajo y atención: estado del arte. En V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología, XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología-Universidad de Buenos Aires. Disponible en <http://www.aacademica.org/000-054/191> [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Akitsuki, Y., Shigemune, Y., ... & Kawashima, R. (2012). Brain Training Game Improves Executive Functions and Processing Speed in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *PLoS one*, 7(1): e29676. doi:10.1371/journal.pone.0029676

- Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Nozawa, T., et al. (2013). Brain Training Game Boosts Executive Functions, Working Memory and Processing Speed in the Young Adults: A Randomized Controlled Trial. *PLoS one* 8(2): e55518. doi:10.1371/journal.pone.0055518
- 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. doi:10.1157/13126930
- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S., . . . & Ballard, C. G. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465(7299), 775-8. doi:10.1038/nature09042
- Papp, K., Walsh, S. & Snyder, P. (2009). Immediate and delayed effects of cognitive interventions in healthy elderly: a review of current literature and future directions. *Alzheimers Dement.* 5, 50–60.
- Peijnenborgh, J., Hurks, P., Aldenkamp, A., Vles, J., & Hendriksen, J. (2016). Efficacy of working memory training in children and adolescents with learning disabilities: A review study and metaanalysis. *Neuropsychological Rehabilitation*, 26(5–6), 645–672. doi:10.1080/09602011.2015.1026356
- Rabipour, S., & Davidson, P. S. (2015). Do you believe in brain training? A questionnaire about expectations of computerised cognitive training. *Behavioural brain research*, 295, 64-70. doi:10.1016/j.bbr.2015.01.002
- Rabipour, S., & Raz, A. (2012). Training the brain: Fact and fad in cognitive and behavioral remediation. *Brain and cognition*, 79(2), 159-179. doi:10.1016/j.bandc.2012.02.006
- Rapport, M., Orban, S., Kofler, M., & Friedman, L. (2013). Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes. *Clinical Psychology Review*, 33, 1237–1252
- Rebok, G., Ball, K., Guey, L., Jones, R., Kim, H., King, J., ... & Willis, S. (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. doi: 10.1111/jgs.12607
- Rebok, G., Parisi, J., Gross, A., Spira, A.. (2010). Assessment of Cognitive Training. Lichtenberg, P. (Ed.). (2010). *Handbook of assessment in clinical gerontology* (Chapter 8). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-374961-1.10008-9
- Redick, T., Shipstead, Z., Harrison, T., Hicks, K., Fried, D., Hambrick, D., ... & Engle, R. (2013). No Evidence of Intelligence Improvement After Working Memory Training: A Randomized, Placebo-Controlled Study. doi:10.1037/a0029082
- Redolat, R. (2013). La estimulación mental como factor potenciador de la reserva cognitiva y del envejecimiento activo. *Informacio Psicológica*, (104), 72-83.

- Ried, K. (2006). Interpreting and understanding meta-analysis graphs: a practical guide.
- Robbins, T., Sahakian, B. (1994). Computer methods of assessment of cognitive function. In: Copeland JRM, Abou-Saleh MT, Blaziers DG (eds). Principles and Practice of Geriatric Psychiatry. John Wiley & Sons Ltd: Chichester. pp 205–209.
- Rosen, W., Mohs, R., Davis, K. (1984) A new rating scale for Alzheimer's disease. The American Journal of Psychiatry. 141 (11):1356–1364.
- Ruiz-Sánchez, J. (2012). Estimulación cognitiva en el envejecimiento sano, el deterioro cognitivo leve y las demencias: estrategias de intervención y consideraciones teóricas para la práctica clínica. Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología, 32(2), 57-66. doi:10.1016/j.rlfa.2012.02.002
- Schlickum, M., Hedman, L., Enochsson, L., Kjellin, A., Fellander-Tsai, L. (2009). Systematic Video Game Training in Surgical Novices Improves Performance in Virtual Reality Endoscopic Surgical Simulators: A Prospective Randomized Study. World Journal of Surgery, 33(11), 2360–2367. doi:10.1007/s00268-009-0151-y
- SharpBrains. (2013). The digital brain health market 2012–2020: Web-based, mobile and biometrics-based technology to assess, monitor, and enhance cognition and brain functioning [Addendum]. San Francisco, CA: SharpBrains. Disponible en <http://sharpbrains.com/market-report/> [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Shipstead, Z., Redick, T., & Engle, R. (2012). Is working memory training effective?. Psychological bulletin, 138(4), 628. doi:10.1037/a0027473
- Sigmundsdottir, L., Longley, W., & Tate, R. (2016). Computerised cognitive training in acquired brain injury: A systematic review of outcomes using the International Classification of Functioning (ICF). Neuropsychological rehabilitation, Vol. 26, Nos. 5–6, 673–741. doi:10.1080/09602011.2016.1140657
- Simons, D., Boot, W., Charness, N., Gathercole, S., Chabris, C., Hambrick, D., & Stine-Morrow, E. (2016). Do “Brain-Training” Programs Work?. Psychological Science in the Public Interest, 17(3), 103-186. doi:10.1177/1529100616661983
- Smith, G. E., Housen, P., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R., Mahncke, H., & Zelinski, E. (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. doi:10.1111/j.1532-5415.2008.02167.x.
- Smith, S., Stibric, M., & Smithson, D. (2013). Exploring the effectiveness of commercial and custom-built games for cognitive training. Computers in Human Behavior, 29(6), 2388-2393. doi:10.1016/j.chb.2013.05.014

- Sternberg, R. J. (2008). Increasing fluid intelligence is possible after all. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 105, 6791–6792. doi:10.1073/pnas.0803396105
- The Economist. (10 Agosto del 2013). Commercialising neuroscience: Brain sells. [online] Business section. Disponible en: <http://www.economist.com/news/business/21583260-cognitive-training-may-be-moneyspinner-despite-scientists-doubts-brain-sells>. [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Thomas, H. (2003). Quality assessment tool for quantitative studies. Effective Public Health Practice Project. McMaster University, Toronto.
- Thorell, L., Lindqvist, S., Nutley, S., Bohlin, G. & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Dev. Sci.* 12, 106–113.
- Underwood, E. (2016). Regulators seek to tame brain training's 'Wild West'. *Science*, 351(6270), 212-213.
- Underwood, E. (2016). Science: Brain game–maker fined \$2 million for Lumosity false advertising. Disponible en <http://www.sciencemag.org/news/2016/01/brain-game-maker-lumosity-fined-2-million-false-advertising> [Acceso el 7 de enero del 2017]
- Valenzuela, M. (2014). Trial-ID: ACTRN12614001100684. Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR). Disponible en <https://www.anzctr.org.au/Trial/Registration/TrialReview.aspx?id=366960&isReview=true> [Acceso el 7 de enero del 2017]
- van de Ven, R., Murre, J., Veltman, D., & Schmand, B. (2016). Computer-Based Cognitive Training for Executive Functions after Stroke: A Systematic Review. doi: 10.3389/fnhum.2016.00150
- van Heugten, C. M., Ponds, R. W., & Kessels, R. P. (2016). Brain training: hype or hope?. *Neuropsychological Rehabilitation*, 26:5-6, 639–644. doi:10.1080/09602011.2016.1186101
- von Bastian, C. C., Locher, A., & Ruffin, M. (2013). Tootool: A Java-based open-source programming framework for psychological studies. *Behavior research methods*, 45(1), 108-115. doi:10.3758/s13428-012-0224-y
- Wentink, M., Berger, M., de Kloet, A., Meesters, J., Band, G., Wolterbeek, R., ... & Vliet Vlieland, T. (2016). The effects of an 8-week computer-based brain training programme on cognitive functioning, QoL and self-efficacy after stroke. *Neuropsychological rehabilitation*, Vol. 26, Nos. 5–6, 847-865. doi:10.1080/09602011.2016.1162175
- Wolf, A., Elder, S., Summers, M., Tyler, M., & Summers, J. (2011). Evaluation of a multidimensional cognitive training program for healthy older adults. *Alzheimer's & Dementia*, 7(4), S269-S270. doi:10.1016/j.jalz.2011.05.771
- Wolinsky, F., Vander Weg, M., Howren, M., Jones, M., & Dotson, M. (2013). A randomized controlled trial of cognitive training using a visual speed of processing intervention in middle aged and older adults. *PLoS one*, 8(5), e61624. doi:10.1371/journal.pone.0061624

- Wolinsky, F., Vander Weg, M., Howren, M., Jones, M., Martin, R., Luger, T., . . . Dotson, M. (2011). Interim analyses from a randomised controlled trial to improve visual processing speed in older adults: The Iowa Healthy and Active Minds Study. *BMJ Open*, 1(2), e000225. doi:10.1136/bmjopen-2011-000225
- Yang, Y. (2016). The effect of a computer-based cognitive training program on cognition. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 12(7), P615-P616. doi:10.1016/j.jalz.2016.06.1222
- Zelinski, E., Peters, K., Hindin, S., & Petway, K. (2014). Evaluating the relationship between change in performance on training tasks and on untrained outcomes. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, Article 617. doi:10.3389/fnhum.2014.00617
- Zelinski, E., Spina, L., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R., Mahncke, H., & Smith, G. (2011). Improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training: Results of the 3-month follow-up. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59, 258–265.

8. ANEXOS

8.1. Resumen de resultados sobre diversos metaanálisis/revisiones sistemáticas.-

Esta serie de análisis viene a corroborar en cierta medida los estudios que hemos desarrollado más extensamente con anterioridad en nuestro trabajo, los valores contradictorios obtenidos en los diferentes experimentos y la recomendación de seguir haciendo más estudios con mayor calidad, pues es la tónica general en las conclusiones de los estudios.

[1] Brain-Training Pessimism, but Applied-Memory Optimism. (Pesimismo al respecto del “Brain training”, pero optimismo a la hora de sus aplicaciones para la memoria)

Metaanálisis de 87 estudios principalmente sobre el área de la memoria de trabajo (WM) de McCabe, Redick y Engle, (2016).

Según este estudio, en los últimos 15 años, ha habido poca o ninguna evidencia para producir efectos duraderos y cambios en el desempeño de diferentes tareas cognitivas que se hayan llegado a entrenar. Documento aplastantemente en contra de las conclusiones que afirman que entrenando la WM puede mejorarse cognitivamente, sin embargo afirma que posiblemente con un mantenimiento podrían sacarse ciertas ventajas, dado que en la memoria a corto si se han venido observando ciertas mejoras.

[2] Brain training: hype or hope? (Entrenamiento cerebral: ¿Burbuja o esperanza real?)

Dentro del estudio de van Heugten, Ponds y Kessels, (2016) se encuentran citadas 2 revisiones sistemáticas/metaanálisis, una realizada por el grupo de Peijnenborgh, Hurks, Aldenkamp, Vles y Hendriksen (2016) sobre programas de entrenamiento en memoria de trabajo para niños y adolescentes con discapacidades de aprendizaje, en donde ellos mostraron mejoras a corto plazo confiables en la memoria de trabajo verbal y no verbal en 13 estudios con un tamaño total de la muestra de más de 300 sujetos. La otra revisión sistemática de Sigmundsdottir, Longley y Tate (2016) se refería a 96 estudios sobre el entrenamiento cognitivo computerizado en pacientes con lesión cerebral adquirida, en la que sólo el 15% de estos estudios cumplieron con el criterio de nivel de evidencia para estudios de alta calidad (ensayos controlados aleatorios), afirmándose en resumen referidos a dichos estudios que faltan hacerlos mucho más largos y mejor diseñados, y que en el futuro junto a los clásicos tests neuropsicológicos y/o de tareas cognitivas, deberían ir pruebas sobre las actividades de la vida diaria (AVD), el concepto de autoeficacia y la calidad de vida que se posee (QoL). Advierten además que hasta el momento no se deberían ofrecer programas individuales sino que deben estar acompañando a programas de rehabilitación neurológica. Se cierra el análisis afirmando que todos los datos observados parecen señalar unas positivas “pruebas de principios”, señalando que el enriquecimiento cognitivo es posible.

[3] Computer-Based Cognitive Training for Executive Functions after Stroke: A Systematic Review. (Entrenamiento cognitivo computerizado para las funciones ejecutivas tras infartos fulminantes: Una revisión sistemática)

Dentro del estudio de van de Ven et al., (2016) se encuentran citados una revisión sistemática con 20 estudios, de los cuales sólo hay 2 ensayos aleatorios con grupo de control activo. A tenor de los resultados los hallazgos positivos justifican la continuación de la investigaciones, deben resaltar las limitaciones metodológicas: falta de grupo de control activo junto con los sesgos clásicos habituales hasta el momento en el “Brain training”; las observaciones les hacen considerar que el CCT será algo fácil de implementar en los hogares.

[4] Brain training: memory games. (Entrenamiento cerebral: juegos con la memoria)

En el artículo en Nature de S. Makin (2016), se explica que el campo del “Brain training” está en estos momentos lleno de resultados contradictorios. Cuando una investigación genérica se enfrenta a una gran base de incertidumbre respecto a las evidencias, los investigadores suelen recurrir al metaanálisis para evaluar las pruebas. Desafortunadamente, en este campo, incluso los metaanálisis están produciendo conclusiones divergentes. Algunos investigadores han sugerido que las incoherencias provienen de la mala utilización al respecto de de grupos de control y la obtención por esta causa de mediciones imprecisas en los resultados. Pero la mayoría de investigadores está de acuerdo en que el campo necesita estudios más grandes, mejores y un regreso a la ciencia básica.

[5] Computerised cognitive training in acquired brain injury: A systematic review of outcomes using the International Classification of Functioning (ICF). (Entrenamiento cognitivo computerizado en adultos lesión cerebral adquirida: Una revisión sistemática de resultados utilizando la clasificación internacional de funcionamiento, ICF)

Esta escrupulosa a nivel de estándares de calidad en la investigación revisión sistemática del equipo australiano formado por Sigmundsdottir, Longley y Tate, (2016), ha afirmado en sus conclusiones que el entrenamiento cognitivo computarizado (CCT) es una intervención cada vez más popular en personas que experimentan síntomas cognitivos. Se evaluaron pruebas de CCT en adultos con lesión cerebral adquirida (ABI). Noventa y seis estudios cumplían los criterios establecidos. La mayoría de los estudios examinaron los resultados utilizando medidas de funciones (93/96, 97%); menos estudios incluyeron medidas de actividades de la vida diaria AVD (41/96, 43%). Puede afirmarse que ya es bastante clara la disponibilidad de programas de entrenamiento cognitivo computerizado (CCT) de alta calidad, a bajo costo, accesibles y fáciles de usar, con una implementación bastante sencilla en el entorno clínico y un alto potencial de uso personalizado en el hogar. Es alentador ver que ha habido un aumento en el número de estudios científicos que exploran los beneficios de este tipo de intervención. Sin embargo, la calidad metodológica de la investigación hasta el momento es baja, con sólo una mínima

proporción de estudios que representan pruebas de nivel del máximo nivel de evidencia referidos en exclusividad. Muy pocos estudios han incorporado medidas efectivas al respecto de actividades de la vida diaria (AVD) como elementos del diseño en investigación. Todavía la evidencia científica es variable al respecto de los beneficios de CCT en adultos con lesión cerebral adquirida. Sólo 14 estudios (15%) proporcionaron el máximo nivel de evidencia para ensayos controlados aleatorios con estudios que sugieren una fuerte evidencia de CCT mejorando la velocidad de procesamiento en esclerosis múltiple (EM) y una evidencia moderada para mejorar la memoria en afectados de esclerosis múltiple (EM) y de tumores cerebrales, lo que implica terapias intensivas por parte de los terapeutas que se centran en el entrenamiento de funciones cognitivas específicas junto a la enseñanza de métodos para aplicar estrategias compensatorias a la vida cotidiana. Investigaciones futuras en esta área podría mejorarse mediante la aplicación de una metodología más rigurosa, como por ejemplo diseños robustos de ensayos controlados aleatorios y diseños experimentales de un solo caso, grupos de control activos en actividades con computadoras y medidas de resultado en AVD. Dado que la neuroplasticidad es una de las supuestas bases fundamentales argumentada de la eficacia para el CCT, la evaluación de los resultados con por ejemplo neuroimagen de forma complementaria también podría ser informativa al tener una potencial capacidad de aumentar la comprensión de los posibles mecanismos de acción del CCT.

[6] Cognitive training as a resolution for early executive function difficulties in children with intellectual disabilities.

(Entrenamiento cognitivo como resolución de dificultades ejecutivas tempranas en niños con discapacidades intelectuales)

Este metaanálisis de Kirk et al., (2015), sobre jóvenes con trastornos para evaluar el tratamiento mediante CCT de la memoria de trabajo (WM) y de la atención en niños diagnosticados con TDAH (trastorno de déficit de atención e hiperactividad), y mejora de las funciones ejecutivas de niños con discapacidad intelectual, tras el análisis exhaustivo la presente bibliografía no proporcionó pruebas suficientes (alrededor sólo de un 10%) para evaluar realmente la eficacia de esas intervenciones. Se remarca el peligroso uso de la publicidad a estas alturas de la investigación por parte de la industria, aunque vislumbra un futuro prometedor.

[7] Una propuesta para el mejoramiento cognitivo en el adulto mayor: Una alternativa al entrenamiento cerebral.

En este trabajo de Mogollón, (2014), una revisión de revisiones, bastante completa y de corte narrativo concluyó que observando las publicaciones no hay evidencias claras de mejoramiento de la inteligencia, al entrenar la memoria de trabajo, y que los resultados contradictorios todavía dominan el horizonte en la investigación del "Brain training", son

muy interesantes las citas sobre la consideración en estudios de las implicaciones sociales y emocionales al marco teórico del análisis en estas cuestiones.

[8] Efectividad y generalización del entrenamiento de la memoria de trabajo y atención: estado del arte.

Este artículo de revisión bibliográfica de Musso, Murata y Salgado, (2013), consideró que tras el análisis de lo producido hasta ese momento en investigación podía afirmarse que los efectos de los entrenamientos eran contradictorios y variables. En general se sostiene una efectividad a corto plazo sobre tareas similares a las entrenadas, pero estos cambios no se transfieren a otras habilidades cognitivas ni al desempeño en otras pruebas de la vida real.

[9] Training the brain: Fact and fad in cognitive and behavioral remediation. (Entrenamiento del cerebro: Realidades y modas en mejoras cognitivas y del comportamiento)

Esta revisión de Rabipour y Raz, (2012), con cierto peso narrativo, llega a observar que los resultados conseguidos hasta el momento sólo muestran expectativas y que faltan más investigaciones longitudinales, aparte de los niveles de evidencia escasos conseguidos y la falta de rigor científico, todo ello dejando los resultados relativos al impacto y la duración de los experimentos positivos de "Brain training" en gran medida sin fundamento. Por otra parte, al menos algunos hallazgos científicos parecen haber registrado la eficacia y la sostenibilidad del "Brain training" para algunas funciones cerebrales superiores, como la atención y la memoria. También en este trabajo se aborda y analiza en un subapartado de forma extensa la clara existencia de conflicto de intereses (COI) de los investigadores con la industria.

[10] Is working memory (WM) training effective? (¿Es el entrenamiento de la memoria de trabajo efectivo?)

Esta completa revisión sistemática por parte de Shipstead, Redick y Engle, (2012), observa muchos fallos en las investigaciones correspondientes a este área (falta de calidad en las investigaciones, por ejemplo en la forma de uso de los grupos de control), no hallando suficientes correspondencias positivas a resaltar mediante el CCT en contra de investigaciones (Klingberg, 2010; Sternberg, 2008) que así lo afirmaron con anterioridad, y plantea como objetivo futuro principal el llegar a descubrir de manera exhaustiva los mecanismos que conducen a la transferencia del entrenamiento cognitivo sobre la memoria de trabajo (WM); entre otros productos comerciales estuvo muy

presente el software Cogmed y la Armada estadounidense (Navy) es uno de los patrocinadores del estudio.

[11] Baby brain: Training executive control in infancy. (Cerebro infantil: Entrenamiento del control ejecutivo en la infancia)

Esta revisión de Holmes (2011), donde los resultados de Jaeggi, y Klingberg en distintas investigaciones relacionadas se encuentran muy presentes, encuentra que el desarrollo de las investigaciones se halla aún en un estado preliminar y que deben ser tomadas las aplicaciones que abogan por implementar la utilización del "Brain training" sobre niños en plena infancia con mucha precaución a causa de que lo realmente averiguado es muy poco a todo los niveles.

[12] Assessment of Cognitive Training (Evaluación del entrenamiento cognitivo).

A partir de varios metaanálisis que abarcan del año 1997 hasta el 2008 observados en el trabajo de Rebok et al., (2010) y las conclusiones extraídas se dan ciertas recomendaciones orientadas hacia la gerontología clínica como la necesidad de un seguimiento continuo durante largo tiempo que atienda a las muy posibles y necesarias reevaluaciones continuas, recalcando la individualidad en la casuística de cada paciente por todos los condicionantes que le rodean, tanto internos como externos.

[13] Efectividad de las intervenciones cognitivas en la prevención del deterioro de la memoria en las personas mayores sanas.

A partir de esta revisión de Novoa, Juárez y Nebot, (2008), (búsqueda exhaustiva en PubMed, 1990-2007, inglés-español, 491 artículos iniciales), y aplicando determinados criterios de inclusión (que principalmente consistieron en que los artículos consistirían sobre la evaluación de la efectividad de una intervención cognitiva sobre la memoria, y que las intervenciones estuvieran dirigidas a personas de edad igual o superior a 55 años sin deterioro cognitivo leve ni demencia), tras introducir dicho cribado y asesorados por un revisor se obtuvieron finalmente 25 estudios válidos en total, de los cuales, el 44% fueron considerados de elevada calidad siguiendo las indicaciones de Thomas (2003), aunque como comentario debe resaltarse que no se excluyó ningún estudio en función del tipo de diseño utilizado, por ejemplo, inclusión o no de un grupo de control, y además los resultados considerados están prácticamente centrados en la memoria reciente, señalándose en el trabajo que la heterogeneidad entre las diversas intervenciones cognitivas y entre los indicadores de efecto utilizados, no permitieron llevar a cabo un metaanálisis. Se concluyó en este trabajo que los resultados sugieren que determinadas intervenciones cognitivas desarrolladas en personas mayores sanas son efectivas en la prevención del deterioro de la memoria, especialmente sobre la memoria reciente verbal.

8.2.Experimentos / Encuestas / Artículos significativos encontrados.-

[1] Putting brain training to the test. (Poniendo a prueba el entrenamiento cerebral).

Este estudio en línea confeccionado por Owen et al., (2010) y publicado en Nature, se desarrolló durante seis semanas en las que 11.430 participantes (espectadores del popular programa científico de la BBC 'Bang Goes The Theory') se entrenaron varias veces por semana en tareas cognitivas diseñadas para mejorar el razonamiento, la memoria, la planificación, las habilidades visuoespaciales y la atención. Aunque mejoraron observando cada una de las tareas cognitivas por separado, no se encontraron pruebas acerca de posibles efectos de transferencia en tareas que no entrenadas, incluso cuando esas tareas estaban estrechamente relacionadas cognitivamente sólo hubo pocos efectos minúsculos. De los 11.430 participantes que cumplieron los criterios de inclusión, inicialmente se inscribieron 52.617 participantes de edad entre 18–60, 4.678 fueron aleatoriamente asignados al grupo experimental 1, 4.014 al grupo experimental 2 y 2.738 al grupo de control no activo.

Se han reportado efectos modestos en algunos estudios de individuos mayores (Papp, Walsh y Snyder, 2009; Smith et al., 2009), y preescolares (Thorell et al., 2009), y los jugadores de videojuegos superan a los no-jugadores en algunas pruebas de atención visual (Green y Bavelier, 2003). Sin embargo, la extendida creencia acerca de que los programas de "Brain training" pueden mejorar la función cognitiva de la población en general en nuestra opinión carece aún evidencia científica a partir de la experiencia empírica para poder apoyar su presunta eficacia.

[2] Do you believe in brain training? A questionnaire about expectations of computerised cognitive training (CCT). (¿Crees en el entrenamiento cerebral? Un cuestionario sobre las expectativas del entrenamiento cognitivo computerizado).

En este cuestionario realizado por Rabipour y Davidson, (2015), a una muestra de 499 participantes, los adultos mayores parecen más optimistas sobre el entrenamiento cerebral que los adultos jóvenes. Estos datos indican que las percepciones sobre el "Brain training" son maleables al menos en cierta medida, y pueden variar dependiendo de la edad y otros factores.

La realización de diferentes estudios y recopilación de documentación para la confección del cuestionario, orientó al grupo hacia la presencia muy extendida en experimentos de CCT de los sesgos producidos por los efectos "Placebo" (por ejemplo en: Boot et al., 2013) y "Hawthorne" (por ejemplo en: McCambridge, Witton y Elbourne, 2014), el primero de ellos bastante conocido y el segundo que consiste en la modificación en algún aspecto de la conducta de los sujetos participantes en un experimento como consecuencia del hecho de saber que están siendo estudiados, y no en respuesta a ningún tipo de manipulación contemplada en el estudio experimental.

Este cuestionario podría servir como una herramienta simple y de fácil incorporación para evaluar la validez de las intervenciones con "Brain training", y así poder crear una covariable que intente dar cuenta de las expectativas en los análisis estadísticos relacionados.

[3] Can Brain Training Games Improve Cognition in People Over 60? (¿Pueden los juegos de "Brain training" mejorar la cognición pasados los 60?)

En su artículo este grupo de Ballard et al., (2010) expone los datos de un gran ensayo controlado aleatorio realizado por más de 13.500 participantes, entre ellos 2.500 personas mayores de 60 años que fueron asignados al azar para el uso de los programas "Reasoning Brain training", "General Brain Training", o a una tarea de control mediante búsqueda en Internet, y completaron al menos una tarea de entrenamiento. Se les pidió que entrenaran por lo menos 30 minutos 3 veces a la semana. La cognición se evaluó inicialmente y tras 6 semanas (con una media de 18 sesiones), centrándose en la evaluación del razonamiento (razonamiento gramatical), memoria (Hopkins Verbal Learning), memoria de trabajo espacial, el emparejamiento asociado de aprendizaje y atención (intervalo de dígitos).

En el grupo de participantes mayor de 60 años, la edad media de los participantes fue de 65'4 años, con una desviación estándar de 5'2, siendo el rango de edad de 60-90. El número medio de sesiones completadas fue 28.1. En un análisis preliminar, los grupos experimentaron mejoras significativas en el desempeño en "Brain training". En la evaluación de resultados, los que utilizaron el programa "Reasoning Brain training" tuvieron una mejora significativa en razonamiento gramatical en comparación al grupo control. Los participantes asignados al "General Brain Training" experimentaron un beneficio significativo, pero más pequeño en razonamiento gramatical. No hubo ningún beneficio significativo en la memoria o el resto de resultados evaluados.

Los resultados preliminares del ensayo aleatorio controlado en mayores de 60 años sugieren que los ejercicios basados en "Brain Training" pueden conferir algunos beneficios en el razonamiento.

[4] Putting brain training to the test in the workplace: a randomized, blinded, multisite, active-controlled trial. (Probando el "Brain training" en el lugar de trabajo: un ensayo aleatorizado, ciego, multisitio, de grupo de control activo).

Borness et al., (2013) publicaron un artículo sobre un ensayo controlado aleatorio, de 135 empleados de cuello blanco de una gran organización del sector público de Australia que fueron asignados al azar durante 16 semanas (20 minutos tres veces por semana) mediante "Brain training" en línea, o un programa de control activo de igual longitud y estructura que comprendía la visualización de cortos documentales sobre el mundo natural. Los resultados cognitivos, de bienestar y productividad se analizaron en tres momentos: línea de base, inmediatamente después del entrenamiento -tres meses-, y 6 meses tras el experimento. Los efectos del entrenamiento cognitivo sobre los resultados cognitivos fueron limitados, incluso realizando análisis de subgrupos de equivalente capacidad cognitiva y edad. Sin embargo de forma inesperada encontraron que 6 meses después del experimento, éste tuvo mayor impacto sobre el grupo de control en comparación con el grupo de intervención que ejecutó "Brain training", los sujetos pertenecientes al grupo de control experimentaron un aumento significativo en su calidad de Vida (QoL), disminución de los niveles de estrés y una mejoría general en el bienestar psicológico. En vista de los retos que presenta la productividad en el lugar de trabajo, se recomienda la investigación sobre esta intervención dirigida a mejorar la salud mental de los empleados.

[5] Placebo effects in cognitive training. (Efecto Placebo en entrenamiento cognitivo).

En este experimento de Foroughi et al., (2016) diseñaron un procedimiento (n=50) para inducir intencionalmente "Efecto placebo" a través de un reclutamiento abierto evaluando la supuesta inteligencia fluida ganada a partir del entrenamiento cognitivo. Los individuos que se auto-seleccionaron para el grupo placebo respondiendo a un sugerente panfleto/anuncio publicitario (utilizaba términos específicos como "brain training" y "mejora cognitiva", además de afirmar que las investigaciones anteriores habían demostrado que este entrenamiento es eficaz para el cerebro) que les captó y en las pruebas y cuestionarios con el fin de medir su inteligencia, mostraron mejoras en las pruebas de inteligencia fluida después de una sola sesión de pruebas de entrenamiento cognitivo de una hora que les equivalieron en sus resultados a 5 a 10 puntos de aumento en un test estándar de cociente intelectual. Los controles que respondieron a un panfleto publicitario no tan sugerente (carteles que tan solo alentaban a participar en el estudio con el objetivo de obtener créditos universitarios) no mostraron mejoras.



Figura 10.- Recruitment flyers for placebo (Left) and control (Right) groups.

Estos hallazgos proporcionan una explicación alternativa para los efectos observados en la literatura y anunciados por la industria del "Brain training", muy posiblemente los métodos de reclutamiento sobre "Brain training" hasta la fecha han incurrido generalmente en menor o mayor medida en un "sesgo de auto-selección", en los cuales los sujetos participantes que se han ofrecido a colaborar son precisamente quienes sí creen que la inteligencia puede llegar a mejorarse, siendo susceptibles a experimentar el "efecto placebo", ya que en la práctica eran los que tenían confianza plena en que la inteligencia pudiese ser maleable. Para evaluar realmente los efectos reales sobre la inteligencia estos autores del ensayo recomiendan que habría que realizar ensayos clínicos aleatorios y doble ciego, sin usar participantes auto-seleccionados cuestión que anula la validez de dicho experimento.

8.3. *Notas complementarias.*-

A) Wiki de la Open Science Framework que agrupa la documentación del análisis de Simons et al. (2016), "Do "Brain-Training" Programs Work?". doi:10.1177/1529100616661983

Disponible en https://osf.io/ngycq/?view_only=c03f5632c72d49c99384e29a723c9a3f (<https://goo.gl/N6jY3s>) [Acceso el 7 de enero del 2017]

B) Un ejemplo de estudios rechazados.

- Cha, Y., Kim, H. (2012). Effect of computer based cognitive rehabilitation (CBCR) for people with stroke: A systematic review and metaanalysis. *NeuroRehabilitation* 2013;3:359-368. doi:10.3233/NRE-151288.

RETRACTED (2015) - doi: 10.3233/NRE-130856

Un estudio basado en el anterior rechazado:

- Wentink, M., de Kloet, A., Berger, M., van Haastrecht, K., Verhoeven, I., Jakobs, M., ... & Ter Steeg, A. M. (2014). The effect of computerized brain training on cognitive impairments and quality of life after stroke: a RCT. En *Brain Injury* (Vol. 28, No. 5-6, pp. 588-589).

Disponible en <https://ibia.conference-services.net/reports/template/onetextabstract.xml?xsl=template/onetextabstract.xsl&conferenceID=3754&abstractID=781587> (<https://goo.gl/heoJMf>) [Acceso el 7 de enero del 2017]

8.4. Índice de Tablas / Figuras

Tabla 1 Compañías de "Brain training" listadas por SharpBrains, agrupadas bajo las evidencias proporcionadas para comprobar la efectividad de sus productos	15
Tabla 2 . Características generales de los experimentos en la revisión sistemática y metaanálisis de un grupo extenso de pruebas de "Brain training" efectuadas sobre poblaciones de adultos saludables observando distintos efectos modificadores en las pruebas, realizado por el grupo australiano de Lampit, Hallock, y Valenzuela (2014).....	25
Figura 1. Eficacia general del CCT ("Brain training") en todos los resultados cognitivos...	27
Figura 2. Eficacia general del CCT sobre las medidas de la memoria verbal.....	28
Figura 3 Eficacia general del CCT sobre las medidas de la memoria verbal.....	29
Figura 4. Eficacia general del CCT sobre las medidas de la memoria de trabajo (WM)...	29
Figura 5 Efic. general del CCT sobre las medidas de la velocidad de procesamiento.....	30
Figura 6. Eficacia general del CCT sobre las medidas de las funciones ejecutivas.....	31
Figura 7 . Eficacia general del CCT sobre las medidas de atención.....	32
Figura 8. Eficacia general del CCT sobre las habilidades visuoespaciales.....	32
Figura 9 . Análisis a partir de la división en subgrupos sobre los moderadores de la eficacia general del CCT en adultos mayores.....	33
Tabla 3 . La evaluación de la evidencia según Simons et al. (2016), de la lista de los ensayos aportado por el grupo "Cognitive Training Data".....	36
Figura 10. Ensayo "efecto placebo".....	57

