

REVISIÓN DEL USO DE PLATAFORMAS DIGITALES MÓVILES COMO HERRAMIENTA DE REENTRENAMIENTO COGNITIVO EN PACIENTES CON LESIONES CEREBRALES

REVIEW OF THE USE OF MOBILE DIGITAL PLATFORMS AS A TOOL FOR COGNITIVE RETRAINING IN PATIENTS WITH BRAIN INJURIES

Elizabeth Godoy Fernández¹

*Correspondencia:
ps.elizabeth.godoy@gmail.com

RECIBIDO: JUNIO 2024 | PUBLICADO: JULIO 2024

Resumen

El re entrenamiento cognitivo surge como herramienta en la rehabilitación con el objetivo de abordar los déficits cognitivos en las áreas de atención, lenguaje, entre otras ya que las personas que se someten al proceso de rehabilitación cognitiva y al reentrenamiento cognitivo pueden mejorar sus conexiones neuronales y adicionalmente un reaprendizaje funcional, sin embargo, surge la necesidad de buscar en la literatura qué aplicaciones se utilizan. **Objetivo:** Sistematizar la literatura sobre las herramientas digitales para celulares y/o dispositivos móviles utilizadas para el reentrenamiento cognitivo de pacientes con lesión cerebral adquirida. **Método:** Para el presente estudio se realiza una revisión sistematizada en las bases de datos EBSCO y SCIELO, posteriormente se realiza una evaluación de expertos. **Resultados:** Se logró recabar 22 aplicaciones con respaldo teórico utilizadas para el reentrenamiento cognitivo.

Palabras claves: Reentrenamiento cognitivo, aplicaciones móviles, lesiones cerebrales adquiridas.

Abstract

Cognitive retraining emerges as a tool in rehabilitation with the aim of addressing cognitive deficits in areas such as attention, language, and others, as individuals undergoing cognitive rehabilitation and retraining can improve their neural connections and achieve functional relearning. However, there arises a need to search the literature for the applications used. **Objective:** To systematize the literature on digital tools for cell phones and/or mobile devices used for cognitive retraining in patients with acquired brain injury. **Method:** A systematic review will be conducted using the EBSCO and SCIELO databases, followed by an expert evaluation. **Results:** It was possible to collect 22 applications with theoretical support used for cognitive retraining.

Keywords: Cognitive retraining, mobile apps, acquired brain injuries.

¹ Facultad de psicología, Universidad Diego Portales.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones cerebrales adquiridas son un daño cerebral que puede ocurrir por un agente interno o externo que altera el funcionamiento del cerebro y que genera la posibilidad de provocar en la persona problemas físicos, sensoriales, dificultades cognitivas y problemas en la comunicación (Complejo hospitalario de Navarra, 2013). Dentro de las lesiones cerebrales adquiridas se pueden encontrar comúnmente los traumatismos encéfalo craneanos (TEC), los que representan la primera causa de muerte y discapacidad en Chile dentro del rango etario de 20 a 40 años, produciendo principalmente secuelas en personas que se encuentran en edad productiva, especialmente secuelas cognitivas que pueden significar una dificultad o incluso una imposibilidad para el regreso a las actividades diarias realizadas anteriormente (Superintendencia de Salud, 2022).

En ese escenario, la rehabilitación cognitiva ha resultado ser efectiva para enseñar estrategias en diversos dominios cognitivos como lo son la atención y la velocidad de procesamiento (Cicerone et al., 2011; van Heugten et al., 2012). Dentro de la rehabilitación cognitiva es importante destacar el uso del reentrenamiento cognitivo el que busca abordar los déficits cognitivos, ya que las personas que se someten al proceso de rehabilitación cognitiva y al reentrenamiento cognitivo pueden mejorar sus conexiones neuronales y adicionalmente generar un reaprendizaje funcional (Kimberley et al., 2010).

De forma específica surge el reentrenamiento o estimulación cognitiva mediante computadora, como un método bottom-up cuyo propósito es mejorar las habilidades cognitivas necesarias para recibir información sensorialmente, procesar esta información de manera exitosa y potenciar la mayor independencia posible (Li et al., 2013).

Este reentrenamiento es utilizado de forma más frecuente en el proceso de rehabilitación debido a que existe una disponibilidad limitada de especialistas para continuar el apoyo a los pacientes posterior a la fase aguda y adicionalmente se presentan barreras para acceder a un tratamiento debido a problemas

económicos, diferentes ubicaciones geográficas, entre otros (Bilbao, 2008). Entonces ante estas barreras surge el reentrenamiento cognitivo mediante dispositivos móviles como una medida “Considerada Optima” por los profesionales de la salud para seguir con el proceso de rehabilitación y suplir estas barreras anteriormente nombradas.

Sin embargo, esto puede ser a su vez un posible riesgo al realizar esta técnica de forma indiscriminada y sin un plan de tratamiento específico detrás, a la vez que se puede usar de forma general sin considerar las especificidades de las plataformas o si es que efectivamente buscan re entrenar lo que “se supone que re entrena”, es por ello que surge la necesidad de tener un registro de plataformas móviles con respaldo para realizar este re entrenamiento, determinar cuáles pueden ser de mayor utilidad y consultar la opinión de los expertos sobre su uso.

Considerando lo anterior, es importante antes de generar un programa de re entrenamiento cognitivo, realizar evaluaciones neuropsicológicas a los pacientes, para poder establecer qué procesos se encuentran preservados y cuáles deben ser trabajados mediante re entrenamiento cognitivo, ya que las tareas informatizadas que se realizan nos permiten entregar un programa adaptado a la necesidad de cada paciente, teniendo la posibilidad de manipular los aspectos temporales, espaciales y la cantidad de materiales necesarios (Fenoy López, 2012). En este contexto, se reafirma la necesidad de buscar en la literatura qué aplicaciones se utilizan, cómo se utilizan, y posteriormente analizar la opinión de cinco expertos del área de neuropsicología.

MÉTODO

El objetivo principal del estudio realizado fue sistematizar la literatura sobre las herramientas digitales para celulares y/o dispositivos móviles utilizadas para el reentrenamiento cognitivo de pacientes con lesión cerebral adquirida. De forma secundaria se propuso identificar aplicaciones móviles disponibles para realizar reentrenamiento cognitivo; analizar los dominios cognitivos que pretende reentrenar cada una de las

aplicaciones en función de criterios de pertinencia y funcionalidad; y valorar las fortalezas y debilidades de cada una de las aplicaciones encontradas.

Para esto se realizó una búsqueda en dos bases de datos EBSCO y SCIELO desde el 2009 al 2022, adicionalmente se realizó una búsqueda dentro de las referencias bibliográficas de la literatura encontrada. Se desarrolló una estrategia de búsqueda utilizando los términos indexados y palabras relacionadas: Cognitive Retraining and brain; Brain injury and apps mobile; Brain injury and telerehabilitation or tele-rehabilitation; Rehabilitation and apps, mobile, and brain; Traumatic brain injury, and retraining; Memory and apps; Games and rehabilitation and apps mobile; Applications for cognitive training of people with brain injury; Mobile apps and memory and brain injuries; Mobile applications used for cognitive stimulation in brain injuries; Brain injury and apps mobile and cognition.

Aceptación y exclusión de artículos

De los 120 artículos resultantes, se consideraron los siguientes requisitos para determinar los artículos aceptados. Se incluyeron los artículos que: (1) Presentan información sobre plataformas digitales y estimulación cognitiva (2) Proponen o exponen una aplicación móvil para el reentrenamiento cognitivo (3) se refieren a poblaciones que presenten lesión cerebral adquirida y/o demencia. Los criterios de exclusión fueron: (1) Programas que no fueran utilizables en dispositivos móviles (2) Plataformas que no se encuentren de forma accesible para ser descargadas (3) Plataformas que no sean utilizadas en población con lesión cerebral (4) Plataformas que tengan como objetivo compensación funcional.

Finalmente, se estableció el criterio de que las publicaciones consideraran aplicaciones que cumplieran con tres condiciones: ser gratuitas, utilizadas para reentrenamiento cognitivo, usadas en celulares.

Selección de aplicaciones para análisis

De las aplicaciones encontradas, se seleccionaron cuatro aplicaciones para ser sometidas al análisis de cinco expertos del área de la neuro-rehabilitación, la selección de estas aplicaciones fue realizada bajo los siguientes criterios: (1) Fueran aplicaciones enfocadas principalmente una sola función cognitiva; (2) pretendieran re entrenar funciones cognitivas distintas (3); se encontraran en español (4); presentaran una tarea inicial que ejemplifica el funcionamiento de la aplicación (5); tuviera una actividad que pudiera ser realizada en menos de 10 minutos. Las aplicaciones elegibles fueron las siguientes: Lumosity, Brain HQ, Scrable y Torre de Hanoi y fueron posteriormente analizadas con dos instrumentos: "System Usability Scale: Cognitive stimulation apps" y "Scale of associated cognitive functions", siendo el primero una escala de funciones cognitivas asociadas en donde se pidió al experto evaluar en cada aplicación la función cognitiva que estimula.

Creación y adecuación de instrumentos de evaluación

Para la realización de la evaluación de las aplicaciones que buscaba poder responder a los objetivos se procedió a la creación y adecuación de dos instrumentos: El primer instrumento fue una adaptación de la escala de usabilidad "System Usability Scale (SUS) (Martins et al, 2015)" que es un instrumento utilizado para la evaluación de la usabilidad de una amplia gama de productos e interfaces de usuarios a través de 10 preguntas puntuadas con una escala likert de 1 a 5, siendo 1 totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. Se revisó este material y se mantuvieron los ítems 1 a 6 de la escala original y se agregan los ítems 7, 8 y 9 enfocados en la funcionalidad de la aplicación en lesión cerebral.

Este instrumento fue adaptado para solicitar a los expertos evaluar en función de: Pertinencia y

funcionalidad para trabajar el factor cognitivo que pretende estimular, accesibilidad de la aplicación, usabilidad y manejabilidad de la aplicación y por último, necesidad de soporte para el manejo, los criterios fueron elegidos y adecuados en base a los propuestos por System Usability Scale (SUS) (Martins et al, 2015). De forma paralela se crea un instrumento para clasificar por funciones cognitivas las aplicaciones que muestran a los expertos.

Evaluación de expertos piloto

En lo referente a la modalidad de la evaluación de expertos, inicialmente se realizó una evaluación piloto con un experto el día 14 de diciembre el mismo año, al que se le pidió evaluar las siguientes aplicaciones: Cogmed, Brain 4 All, GRADIOR, Brain HQ y Cogni fit. Siguiendo la recomendación del experto, estas aplicaciones fueron cambiadas para la fase de evaluación de expertos final, ya que estas aplicaciones presentaban diversas tareas que no permitían demostrar en una limitada prueba la totalidad de su funcionamiento, por lo que se consideró que no se permitiría evaluar la usabilidad y funcionalidad de forma integral y se prefirió elegir aplicaciones que inicialmente presentan una mono tarea o tareas cortas que se sigan repitiendo a lo largo del uso de la aplicación y se enfoquen principalmente en estimular una función cerebral, en base a la retroalimentación se eligen finalmente las siguientes aplicaciones para ser revisadas por expertos: “Lumosity”, “Brain HQ”, “Scrabble” y “Torre de Hanoi” (La que si bien originalmente es considerada una evaluación de las funciones ejecutivas, en la búsqueda de aplicaciones los expertos consideran que el formato de aplicación móvil de la prueba es útil para el re entrenamiento cognitivo).

Evaluación de expertos

Para la evaluación de expertos final, se contactó a expertos en neuropsicología, siendo cuatro de los expertos psicólogos con formación de postgrado en

neuropsicología y un experto cuya profesión terapia ocupacional con experiencia en neuro rehabilitación. Esta cifra fue elegida ya que una muestra de cinco usuarios se considera suficiente para identificar problemas de usabilidad (Nielsen, 2012).

Posteriormente se realizó la evaluación de expertos, siendo en promedio una sesión de 45 minutos cada uno. En esta evaluación se presentó las aplicaciones finales seleccionadas, la modalidad de evaluación fue presencial y online. La modalidad presencial incluyo el contacto por vía Whatsapp con los expertos para agendar una hora presencial de evaluación, en la cual se presentaron las tareas iniciales de las cuatro aplicaciones a evaluar, cada tarea fue ejecutada por los expertos quienes fueron interrogados con los dos instrumentos adjuntos en anexos “System Usability Scale: Cognitive stimulation apps” la cual pretende evaluar la usabilidad de las aplicaciones y “Scale of associated cognitive functions” que tiene por objetivo evaluar las funciones cognitivas que se pretenden reentrenar.

En ambos casos los participantes firmaron un consentimiento informado en el cual se establecen aspectos éticos de su participación en el estudio. Para la modalidad online se anexó el consentimiento informado en un formulario Google, en donde el experto a cargo acepta la participación en la instancia, posteriormente se hace entrega de un link de zoom en el cual se realiza la instancia presentando a través de pantallas compartidas un video del uso de la aplicación correspondiente y la actividad que se busca evaluar, cada aplicación fue acompañada de una breve introducción y posteriormente se realiza la aplicación de las escalas de evaluación de las aplicaciones.

RESULTADOS

Revisión de la literatura

El objetivo general del presente proyecto fue sistematizar la literatura sobre las herramientas digitales para celulares y/o dispositivos móviles utilizados para el reentrenamiento cognitivo de pacientes con lesión cerebral adquirida.

Esto se pudo lograr al poder al poder recabar 22 aplicaciones con respaldo teórico utilizadas para el reentrenamiento cognitivo, las cuales fueron extraídas de los 27 artículos aceptados, sin embargo, si bien se logran recabar aplicaciones sigue existiendo poca información sobre aplicaciones móviles para el propósito del reentrenamiento y en la búsqueda realizada sólo se encontraron aplicaciones que cumplieran los criterios de inclusión en el 20,4% de los artículos que hacen referencia al reentrenamiento cognitivo.

Las aplicaciones aceptadas en la revisión consideran aplicaciones especializadas en reentrenamiento cognitivo como Cogmed QM, Lumosity o Brain HQ y aplicaciones comerciales que pueden ser utilizadas para el reentrenamiento como lo son Scrabble y los crucigramas. Dentro de la búsqueda de aplicaciones la mencionada con mayor frecuencia es la aplicación Cogmed QM con siete menciones en los artículos leídos (Nowell et al., 2020; Gobet & Sala, 2020; Gopi et al, 2021; Becker et al, 2014; Hyer et al, 2016; Vermeij et al, 2016; Irazoki et al, 2020).

En torno a la categorización de las funciones cognitivas que pretenden reentrenar, gran parte de las aplicaciones (31,82%) buscan el reentrenamiento de las funciones ejecutivas, seguidas del 27,27% de las aplicaciones que se orientaban a reentrenar la atención, mientras que el 18,18% de las aplicaciones eran enfocadas principalmente en la memoria, un 13,64% se focalizaban en lenguaje y finalmente, el 9,09% buscaban reentrenar la velocidad de procesamiento.

En relación con el origen de los artículos: Estados Unidos y Australia encabezan la lista con más artículos asociados (11,11%), seguidos de Italia (7,41%) y finalmente con un artículo cada uno se encuentran: Reino Unido, Eslovaquia, Canadá, España, Grecia, Portugal, Suiza y los países bajos.

Evaluación de las aplicaciones por expertos

Los objetivos específicos del presente proyecto correspondían a: Analizar los dominios cognitivos que pretende reentrenar cada una de las aplicaciones en

función de criterios de pertinencia y funcionalidad y valorar las fortalezas y debilidades de cada una de las aplicaciones encontradas, en base a eso y por razones prácticas se recurre a los expertos con cuatro aplicaciones que buscan reentrenar funciones cognitivas diferentes entre sí en base a lo recopilado por la literatura.

Funciones cognitivas

De las aplicaciones utilizadas para la evaluación de expertos, “Lumosity” fue principalmente considerada para estimulación de la atención, funciones ejecutivas y visoespacial por los cinco expertos. Asimismo, los expertos confirmaron que “Brain HQ” es una herramienta para la estimulación cognitiva de la atención, tal como sostiene la literatura. Cuatro de los cinco expertos, refieren que “Brain HQ” tiene capacidad de estimular las funciones ejecutivas, velocidad de procesamiento y percepción. En cuanto a “Scrabble”, su uso para la estimulación del lenguaje fue respaldado por los cinco expertos quienes a su vez sumaron las funciones ejecutivas como un componente que se identifica al ocupar la aplicación. Por último, la “Torre de Hanoi” es utilizable para el reentrenamiento de funciones ejecutivas a juicio de cinco expertos a favor y reentrenamiento de la atención según cuatro expertos. De forma general, fue posible constatar congruencia entre lo expuesto en la literatura y la valoración que realizaron los expertos respecto de las funciones cognitivas que se ponen en juego en las aplicaciones evaluadas.

Funcionalidad

La aplicación con mayor puntaje de funcionalidad fue “Brain HQ” con un puntaje de funcionalidad de 12 de 15 puntos posibles, siendo la plataforma con mayor pertinencia para el reentrenamiento cognitivo en pacientes con lesión cerebral según los expertos, es relevante destacar que en términos de funcionalidad todas las aplicaciones presentan un puntaje promedio elevado.

Usabilidad

Por otro lado, la aplicación que tuvo mejor puntaje promedio de usabilidad fue “Torre de Hanoi” siendo la plataforma que fue considerada más fácil y completa de usar para pacientes con lesión cerebral desde el juicio de expertos (23 de 30 puntos máximos). De forma paralela todas las puntuaciones promedio fueron homogéneas en esta dimensión, presentándose una variación de solamente un punto entre la aplicación mejor evaluada en términos de funcionalidad y la peor evaluada. Es relevante mencionar que tanto las plataformas “Brain HQ” como “Torre de Hanoi” fueron las que se consideraron con mayor puntaje global, ambas con 34 puntos de 45, considerando los ítems de: Manejabilidad, accesibilidad de la aplicación, necesidad de apoyo y funcionalidad.

DISCUSIÓN

En primer lugar, surge la necesidad de seguir indagando en las funciones cognitivas que son óptimas para ser re entrenadas, ya que si bien para la atención, el lenguaje o la velocidad del procesamiento el re entrenamiento cognitivo es una práctica que se debe considerar estándar, esta no tiene el suficiente respaldo para las funciones ejecutivas por ejemplo, debido principalmente a que estas son contexto dependientes, esto resulta curioso al revisar lo recabado en la búsqueda, ya que de las 22 aplicaciones consideradas 7 fueron consideradas para el trabajo de las funciones ejecutivas, siendo que no se tiene comprobación de que el enfoque restaurativo funcione para estas.

Entre las limitaciones de este estudio se encuentran que todos los artículos analizados fueron realizados con población no chilena, lo que se debe considerar a la hora de analizar estos resultados. De este modo, sería interesante validar el uso y resultados de estas aplicaciones con población chilena.

Sin embargo, la incorporación de expertos nacionales en el análisis de las aplicaciones puede ayudar a una lectura más cultural de la evaluación de las aplicaciones ya que son quienes conocen en profundidad la realidad de la rehabilitación neuropsicológica en Chile y pueden considerar si son o no recomendables para su población.

De forma complementaria una limitación del estudio realizado fue en torno a la usabilidad, ya que si bien como se comentó anteriormente la opinión de los expertos resulta sumamente valiosa, en futuros estudios se recomienda consultar la usabilidad con los propios pacientes que tengan lesión cerebral ya que así se puede considerar de forma más precisa si una aplicación puede ser fácil de usar para nuestra población objetivo.

Lo anteriormente comentado es relevante y se suma al hecho de que el reentrenamiento cognitivo es una herramienta que se debe considerar en la rehabilitación, entendiendo que si bien no es una rehabilitación en si misma si puede fortalecer el proceso y ayudar a aminorar el impacto de la falta de profesionales y de apoyo posterior a la fase aguda que presenta la persona con lesión cerebral, es por ello que es necesario futuras investigaciones en torno al uso de estas herramientas.

El presente estudio se propuso aportar a información sobre el uso de las aplicaciones móviles en rehabilitación, para lo que se pudo lograr extraer 22 aplicaciones que pueden ser un gran aporte para el trabajo con pacientes con lesiones cerebrales adquiridas, sin embargo, con la búsqueda de este respaldo se levantaron más aspectos que se deben considerar a la hora de ocuparlas y que sería relevante que en futuras investigaciones se abordaran. Por un lado los resultados mostraron que la aplicación mejor evaluada en funcionalidad, no necesariamente va a ser la más fácil de usar para el trabajo con los pacientes según los mismos comentarios de los expertos, surgiendo la necesidad de preguntarnos si es útil tener una aplicación con pertinencia para el re entrenamiento pero que nuestros pacientes no puedan ocupar de forma fácil.

En la literatura analizada identificamos aplicaciones que son accesibles y que pueden orientarse al trabajo en casa con pacientes posterior al periodo de hospitalización, sin embargo, tener una aplicación que potencialmente puede servir para el reentrenamiento, no es un equivalente a una técnica de rehabilitación que pueda generar beneficios si no se enmarca dentro de un plan de rehabilitación, considerando las dificultades y requerimiento de apoyos que puedan tener los pacientes, es por lo mismo que es necesario tomar estas aplicaciones y generar planes de acción en las instituciones sobre su uso y propósitos.

Por ello, es requisito revisar en el futuro a más profundidad las aplicaciones, evaluar su uso con los mismos pacientes, analizar las condiciones que debe requerir programa de reentrenamiento cognitivo, esto con el propósito de poder tener mayores lineamientos sobre el uso de aplicaciones que pueden tener mucha potencialidad en la rehabilitación pero que carecen actualmente de estandarización en su uso.

De forma complementaria, es importante considerar que en el presente estudio se revisaron las aplicaciones encontradas en la literatura, sin embargo, dentro de la revisión se consideraron tanto aplicaciones específicas para este uso como lo es Lumosity, como aplicaciones comerciales por ejemplo Scrabble, por lo que sería interesante en el futuro poder a su vez indagar sobre los diferentes beneficios o usos que se le pueden dar tanto a las aplicaciones comerciales como a las especializadas e investigar cuales presentan mejores beneficios para la población Chilena.

Este estudio abre interesantes posibilidades de uso de la tecnología para apoyar procesos de rehabilitación neuropsicológica y al mismo tiempo hace un llamado a los estados para aumentar la inversión en investigación aplicada que permita desarrollar estas tecnologías y financiar su uso de manera gratuita en población afectada.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que el presente estudio se realizó en ausencia de cualquier conflicto de interés.

REFERENCIAS

- Anguera, J. A., Gunning, F. M., & Areán, P. A. (2017). Improving late life depression and cognitive control through the use of therapeutic video game technology: Customizing to the needs of older adults. *Frontiers in Psychiatry*, 8, 234. DOI: 10.1002/da.22588
- Bahar-Fuchs, A., Webb, S., Bartsch, L., Clare, L., Rebok, G., Cherbuin, N., et al. (2017). Adapted and individualized computerized cognitive training in older adults at risk of dementia: A randomized controlled trial. *Alzheimer's & Dementia*, 13(7), 781-790. DOI: 10.3233/JAD-170404
- Barban, F., Annicchiarico, R., Pantelopoulos, S., Federici, A., Perri, R., Fadda, L., et al. (2015). Protecting cognition from aging and Alzheimer's disease: A computerized cognitive training combined with reminiscence therapy. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 31(3), 340-348. DOI: 10.1002/gps.4328
- Becker, F., Kirmess, M., Tornås, S., & Løvstad, M. (2014). Una descripción de la rehabilitación cognitiva en el Sunnaas Rehabilitation Hospital: equilibrando la rehabilitación holística integral y el reentrenamiento de dominios funcionales específicos. *NeuroRehabilitation*, 34(1), 87-100.
- Bilbao, Á. (2008). Guía de manejo cognitivo y conductual de personas con daño cerebral: Manual para profesionales que trabajan en la rehabilitación de personas con daño cerebral. Imsero.
- Cammarata, C., Wethington, E., Anderson, A. K., & De Rosa, E. (2022, September 7). Older adults' views on training tools to prevent cognitive decline. PsyArXiv.
- Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., ... Ashman, T. (2011). Evidence-based cognitive rehabilitation: Updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(4), 519-530. DOI: 10.1016/j.apmr.2010.11.015
- Complejo Hospitalario de Navarra. (2013). Guía psicoeducativa para familiares de personas con daño cerebral adquirido.
- Correia, S., Medeiros, P., & Silva, M. (2015, July). Active brain 4 all: a social brain gym online platform. In X World Conference on Computers in Education (WCCE) – Learning while we are connected (pp. 266-273). WCCE.
- Eckroth-Bucher, M., & Siberski, J. (2009). Preserving cognition through an integrated cognitive stimulation and training program. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 24(3), 234-245. doi: 10.1177/1533317509332624
- Fenoy López, S. (2012). Intervención informatizada vs lápiz y papel en un grupo de pacientes con demencia tipo Alzheimer y Cuerpos de Lewy. [Tesis de maestría, Universidad de Navarra].

Fiatarone Singh, M. A., Gates, N., Saigal, N., Wilson, G. C., Meiklejohn, J., Brodaty, H., et al. (2014). The Mental and Resistance Training (SMART) study: A randomized controlled trial of resistance training and/or cognitive training in mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(6), 873-880. DOI: 10.1016/j.jamda.2014.09.010

Gaitán, A., Garolera, M., Cerulla, N., Chico, G., Rodríguez-Querol, M., & Canela-Soler, J. (2012). Efficacy of a computer-based cognitive training complementary to treatment in amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: A randomized controlled trial. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 28(1), 91-99.

Gobet, F., & Sala, G. (2020, August 9). Cognitive training: A field in search of a phenomenon. PsyArXiv.

Gopi, Y., Wilding, E., & Madan, C. R. (2021, January 15). Memory rehabilitation: Restorative, specific knowledge acquisition, compensatory, and holistic approaches. PsyArXiv. <https://doi.org/10.31234/osf.io/zjdn4>

Hagovská, M., Dzvoník, O., & Olekszyová, Z. (2017). Comparison of two cognitive training programs with effects on functional activities and quality of life. *Research in Gerontological Nursing*, 10(4), 172-180. DOI: 10.3928/19404921-20170524-01

Hyer, L., Scott, C., Atkinson, M. M., Mullen, C. M., Lee, A., & Johnson, A. (2016). Programa de entrenamiento cognitivo para mejorar la memoria de trabajo en adultos mayores con deterioro cognitivo leve. *Clinical Gerontologist*, 39, 410-427. doi: 10.1002/gps.3794

Imbeault, H., Langlois, F., Bocti, C., Gagnon, L., & Bier, N. (2018). Can people with Alzheimer's disease improve their day-to-day functioning with a tablet computer? *Neuropsychological Rehabilitation*, 28(5), 779-796. doi: 10.1080/09602011.2015.1133431

Irazoki, E., Contreras-Somoza, L. M., Toribio-Guzmán, J. M., Jenaro-Río, C., Van der Roest, H., & Franco-Martín, M. A. (2020). Technologies for cognitive training and cognitive rehabilitation for people with mild cognitive impairment and dementia: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11, 648. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.00648

Kock, E. (2022, August 5). Do brain trainings apps improve executive functions? - An umbrella review of meta-analyses published on PsychINFO between January 2013 and March 2021. PsyArXiv.

Kwan, V., Bihelek, N., Anderson, V., & Yeates, K. (2019). A review of smartphone applications for people with traumatic brain injury: What is available and what is the evidence? *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 34(2), E45-E51. doi: 10.1097/HTR.0000000000000425

Lebowitz, M. S., Dams-O'Connor, K., & Cantor, J. B. (2012). Feasibility of computerized brain plasticity-based cognitive training after traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 49(10), 1547-1556.

Li, K., Robertson, J., Ramos, J., & Gella, S. (2013). Computer-based cognitive retraining for adults with chronic acquired brain injury: A pilot study. *Occupational Therapy in Health Care*, 27(4), 333-344. DOI: 10.3109/07380577.2013.844877

Martins, A. I., Rosa, A. F., Queirós, A., Silva, A., & Rocha, N. P. (2015). European Portuguese validation of the system usability scale (SUS). *Procedia Computer Science*, 67, 293-300.

Ministerio de Salud (MINSAL). (2022, 27 de octubre). Ataque cerebrovascular. Recuperado de https://www.minsal.cl/ataque_cerebral/

Nielsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to usability. Nielsen Norman Group. Recuperado de <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

Nowell, C., Downing, M., Bragge, P., & Ponsford, J. (2020). Práctica actual de rehabilitación cognitiva después de una lesión cerebral traumática: una encuesta internacional. *Neuropsychological Rehabilitation*.

Pappas, M. A., & Drigas, A. S. (2019). Computerized training for neuroplasticity and cognitive improvement. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 9(4), 50-62. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijep.v9i4.10285>

Polich, G., Gray, S., Tran, D., Morales-Quezada, L., & Glenn, M. (2020). Comparing focused attention meditation to meditation with mobile neurofeedback for persistent symptoms after mild-moderate traumatic brain injury: A pilot study. *Brain Injury*, 34(10), 1408-1415. doi: 10.1080/02699052.2020.1802781.

Riva, G., & Tuena, C. (2022). Transforming brain rehabilitation: Smartphone solution underpins innovative treatment of brain disorders. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 25(2), 154-155. doi: 10.1089/cyber.2022.29238.ceu.

Suo, C., Singh, N., Gates, N., Wen, W., Brodaty, H., et al. (2016). Therapeutically relevant structural and functional mechanisms triggered by physical and cognitive exercise. *Molecular Psychiatry*, 21(11), 1633-1642.

Van Heugten, C. M., Wolters Gregorio, G., & Wade, D. T. (2012). Evidence-based cognitive rehabilitation after acquired brain injury: Systematic review of content of treatment. *Neuropsychological Rehabilitation*, 22(5), 653-673. <https://doi.org/10.1080/09602011.2012.690501>

Vermeij, A., Claassen, J. A. H. R., Dautzenberg, P. L. J., & Kessels, R. P. C. (2016). Transfer and maintenance effects of working memory training in older adults: A randomized controlled trial. *Neuropsychological Rehabilitation*, 26(5-6), 782-809.

Zaccarelli, C., Cirillo, G., Passuti, S., Annicchiarico, R., & Barban, F. (2013). "Computer-based cognitive intervention for dementia. Sociable: Motivating platform for elderly networking, mental reinforcement and social interaction," in 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops (Venice), 430-435.