

MEMORIA DE CORTO PLAZO VISUAL Y TAREAS DE FILTRADO PARA SU MEJORAMIENTO

VISUAL SHORT-TERM MEMORY AND FILTERING TASKS FOR ITS IMPROVEMENT

Ismael Esquivel Gámez* Julio César Berthely Barrios**

Karina Estela Gálvez Buenfil* Jorge Arturo Balderrama Trápaga***

Universidad Veracruzana* Tecnológico Nacional de México Campus Veracruz**

Centro Educativo Siglo XXI, Xalapa, Veracruz. ***, México.

Correspondencia: ismael_esquivel@hotmail.com

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue evaluar el efecto de un programa de entrenamiento de la eficiencia de filtrado en la capacidad de la memoria de corto plazo visual, en una muestra de universitarios. Para ello se implementó un estudio cuasi-experimental con grupo de control pasivo, en 94 estudiantes de docencia básica y de ingeniería, atendidos a distancia por videoconferencia. En ambos grupos, se aplicó una prueba de detección de cambio de orientación, previo y posterior a la intervención. Para esta, se utilizaron rutinas de detección de cambio con diferentes tipos de estímulo y niveles de dificultad. La pre-prueba confirmó igualdad estadística inter-grupal en todas las mediciones usadas. La post-prueba, a favor del grupo entrenado, detectó diferencia y tamaño de efecto significativos en la capacidad de memoria, pero no así en la eficiencia de filtrado, ni en una prueba de Raven escala general, usada para medir la transferencia del citado entrenamiento. Se encontró que es posible mejorar la capacidad

de memoria de corto plazo visual con tareas de discriminación visual, a pesar de que las condiciones ambientales no sean favorables. Con ello, se posibilita la mejoría en la memoria visual de participantes ubicados en cualquier lugar.

Palabras clave: Memoria de corto plazo visual, eficiencia de filtrado visual, entrenamiento, tareas de detección de cambio

ABSTRACT

The purpose of the present study was to evaluate the effect of a filtering efficiency training program on visual short-term memory capacity in a sample of university students. For this purpose, a quasi-experimental study with a passive control group was implemented on 94 basic teaching and engineering students, attended remotely by videoconference. Both groups applied a change of orientation detection task before and after the intervention. For the latter, we used change detection tasks with different stimuli and difficulty levels. The pre-test confirmed inter-group statistical equality in all measurements used. The post-test, in favor of the trained group, detected significant difference and effect size in memory capacity, but not in filtering efficiency, nor in a general scale Raven's test, used to measure the transfer of the aforementioned training. We found that it is possible to improve visual short-term memory capacity with visual discrimination tasks, despite unfavorable environmental conditions. Thus, it is possible to improve the visual memory of participants in any place.

Keywords: Visual short-term memory, visual filtering efficiency, training, change detection tasks

INTRODUCCIÓN

La memoria es la capacidad que permite conectar experiencias, aprender y que haga sentido la vida, esto es, permite construir la historia (Camina y Güell, 2017). Dicha capacidad se puede dividir para su estudio en: largo plazo, trabajo y corto plazo. La primera es un gran almacén de conocimiento y un registro de eventos pasados. La segunda tiene que ver con el almacenamiento temporal y la operación o trabajo sobre lo almacenado. La última sirve para retener elementos en un período breve y está contenida dentro de la segunda (Cowan, 2008). La memoria de corto plazo es uno de los procesos neuropsicológicos más importantes, por ser necesario en casi todo proceso cognitivo (Anuniação *et al.*, 2022; Camina y Güell 2017; Martín y Becker 2021). La memoria de corto plazo visual es un proceso cognitivo fundamental usado a lo largo de la vida (Sanders, 2021). Es la habilidad para mantener información presentada en el mundo visual (Xie y Zhang, 2021). Como en el caso de estos últimos, el presente trabajo se enfoca principalmente en la retención temporal de datos y, por tanto, se utilizará el término de memoria de corto plazo visual (MCPv) en lugar de memoria operativa visual (MOv), aunque los hallazgos se apliquen al componente de almacenamiento visual de la MOv. En cuanto a su capacidad, Lee *et al.* (2010) sugirieron que el ser humano puede almacenar en la MCPv hasta cuatro objetos visuales en un momento dado. Sin embargo, Eng *et al.* (2005) encontraron que tal número es afectado por la complejidad perceptual de la muestra visualizada. En cuanto a su relación con otras habilidades, Vogel *et al.* (2005), hallaron que individuos de alta capacidad son mucho más eficientes para representar solo los elementos relevantes que los individuos de baja capacidad, quienes codifican y mantienen de manera ineficiente la información sobre elementos irrelevantes.

Aunque Sanders (2021) afirma que la medición de la MCPv en niños ha mostrado que puede predecir las habilidades memorísticas en la infancia posterior, lo cual sugiere que se mantiene relativamente estable durante todo el desarrollo; Zheng (2021) sugiere que la revisión de videos cortos durante un tiempo diario considerable (25 minutos), afecta negativamente a la MCPv en jóvenes. Más aún, Esposito *et al.* (2021) señalan que conforme aumenta la edad promedio de la gente, es crucial identificar intervenciones que permitan mantener un nivel adecuado de la MCPv, dado los cambios funcionales y fisiológicos del cerebro. Por otro lado, conforme a Guye *et al.* (2017), las intervenciones de entrenamiento cognitivo se han vuelto cada vez más populares como un medio potencial para mejorar el funcionamiento cognitivo a lo largo de la vida.

Por todo lo anterior, el objetivo principal del presente estudio, es determinar los efectos en la capacidad de la MCPv y en eficiencia de filtrado visual de un grupo de universitarios, debidos al entrenamiento basado en tareas de detección de cambio. Para ello, se plantea un estudio de efectividad, el cual conforme a Green *et al.* (2019), evalúa si una intervención produce impacto positivo del tipo deseado, involucrando ambientes menos controlados que el ideal. Además, se plantean como objetivos secundarios, comparar los efectos logrados contra los de un grupo de control pasivo y además, medir transferencia de la intervención, usando la prueba de Matrices Progresivas de Raven escala general (Raven *et al.*, 1996). De esta manera, el trabajo está organizado así: Inicialmente, se describen la tarea de detección de cambio y estudios que han aplicado una derivación de la misma, después se describe el método y materiales usados, posteriormente se reportan los resultados para su discusión y finalmente, se exponen las conclusiones.

TAREA DE DETECCIÓN DE CAMBIO

Vogel *et al.* (2005), desarrollaron una tarea que mide la eficiencia de un individuo para excluir elementos irrelevantes del almacenamiento en la MCPv. Observaron que la eficiencia en la exclusión variaba entre personas y era predecible fuertemente por su capacidad de memoria. Inicialmente, en cada intento, se indica el lado de la pantalla por atender y luego pueden aparecer en ambos lados, dos o cuatro rectángulos rojos o dos rojos y dos azules, dispuestos en una de cuatro orientaciones. Luego de una pantalla en blanco, aparecen nuevamente los citados rectángulos con o sin cambios y el participante debe decidir si uno de color rojo ha cambiado de orientación. Lo anterior se repite a lo largo de varios intentos y en aquellos que presentan dos elementos rojos y dos azules, si un individuo es capaz de recordar solo los rojos y excluir los azules, su eficiencia será similar a cuando se presentan solo dos rojos. Por el contrario, si un participante no puede excluir los elementos irrelevantes, entonces mantendrá en memoria cuatro elementos y su eficiencia será similar a cuando trabaja con cuatro ítems rojos. A partir de sus resultados, los participantes se asignaron a un grupo de alta o baja capacidad, encontrando que estos últimos fueron altamente ineficientes de evitar que ítems irrelevantes se mantuvieran en memoria. Entre sus hallazgos más importantes, está que las diferencias en la capacidad de la memoria pueden reflejar no solamente la variabilidad en el espacio de almacenamiento, sino también, la eficiencia con la que se asigna el espacio disponible. Precisamente, debido a que la atención selectiva y la MCPv comparten algunos mecanismos neuronales similares (Ku, 2018), esto podría explicar por qué la capacidad de la MCPv y la eficiencia de filtrado están interconectadas. Por lo anterior, el presente trabajo se enfoca en determinar el efecto del uso de tareas adaptativas de detección de cambio, usando diferentes tipos de estímulo, en la eficiencia discriminatoria y, por tanto, en la capacidad de la MCPv. A partir de la

prueba anterior, se describen trabajos recientes que aplicaron una tarea similar en participantes con edad parecida a la del presente estudio, que tuvieron revisión previa de salud visual y realización de intentos de ensayo antes de cada prueba.

ESTUDIOS PREVIOS RELACIONADOS

A partir de la pregunta principal, ¿Cuál es el efecto del entrenamiento basado en tareas de detección de cambio, sobre la capacidad de memoria de corto plazo visual y la eficiencia de filtrado?, se describen brevemente estudios, principalmente en universitarios, que documentan los hallazgos sobre los efectos de usar como base, la citada tarea en la medición y/o en el reforzamiento de la MCPv, y con ello, enriquecer los resultados del presente estudio.

El trabajo de Prieto *et al.* (2021) se orientó a explorar el efecto de la presencia de elementos agrupados por similitud de color, en el rendimiento de detección de cambios de elementos agrupados y no agrupados. Para ello, desarrollaron un primer experimento basado en una tarea similar en un arreglo que podía tener dos elementos adyacentes de igual color, con un indicador en una de tres presentaciones (rápida, lenta y nula). Trabajaron con 61 universitarios en dos bloques de experimentación de 180 intentos cada uno. Los resultados indicaron que la agrupación por similitud de color generalmente mejora la precisión y tiempo de reacción en la tarea. En un segundo experimento, trabajando con otros 40 universitarios y empleando la misma tarea y diseño experimental previos, se pidió que ignoraran los elementos del mismo color, ya que solo se usaban como señuelos. En una sesión realizaron 240 intentos en dos bloques separados por un descanso. Sus resultados indican que los elementos agrupados se pueden filtrar según

las metas de la tarea y que el agrupamiento perceptivo parece poseer la capacidad de captar o inhibir la atención hacia los elementos agrupados.

La intención del estudio de Weaver *et al.* (2017) fue investigar cómo responde el sistema de control de errores a diferentes tipos de errores y cómo esto predice el comportamiento óculo-motor posterior. Para ello, trabajaron con 20 universitarios en una prueba similar, en la cual se presentaba en pantalla un arreglo de cuatro, seis u ocho cuadrados coloreados y luego de una pantalla apagada, aparecía un arreglo similar y el participante debía indicar si alguno de los cuadros había cambiado de color. Esta medición comprendió 192 intentos, luego de lo cual realizaron una tarea de búsqueda visual diseñada para inducir una alta tasa de error mientras se grababan electroencefalogramas y movimientos oculares. La meta era que el participante ejecutara movimientos oculares rápidos hacia un objetivo único de segmento de línea, incrustado en una pantalla de búsqueda, que también contenía un solo señuelo, tanto o menos destacado que el citado objetivo. La prominencia relativa de ambos elementos fue variada, para que se requirieran diferentes grados de control para seleccionarlo con éxito. Conforme a sus evidencias, se encontró un vínculo entre una mayor capacidad de MCPv y un mejor control de errores. Además, se determinó una asociación entre dicha capacidad con medidas neuronales del procesamiento de errores óculo-motores y se demostró cómo variaba esta relación en función de la prominencia visual relativa de los señuelos. Schmicker *et al.* (2021) deseaban verificar si la estimulación de corriente continua transcraneal podía mejorar la capacidad de la MCPv, durante un entrenamiento de inhibición de señuelos. Inicialmente, trabajaron con 78 jóvenes en una tarea de detección de cambio, con arreglos de dos a siete rectángulos, para asignarlos al grupo de alta o baja capacidad.

Luego, para determinar efectos, realizaron un pre test con una tarea similar a la anterior, con una de dos condiciones. En una, aparecía un arreglo de cuatro a seis rectángulos para luego presentar otro arreglo y elegir si había cambio. En la otra, aparecía primero un color meta y luego de un primer arreglo con rectángulos de ambos colores, aparecía otro similar, para que se indicara la existencia de cambio. El entrenamiento consistió en una tarea similar, en la cual se requería determinar si el arreglo de un color meta en la izquierda de la pantalla, tenía igual orientación en la derecha. De manera aleatoria, antes del entrenamiento se colocó el estimulador y sin que se dieran cuenta, se aplicó corriente durante 30 segundos (grupo falso) y 10 minutos (grupo verdadero). La sesión duró 45 minutos con seis bloques de 50 intentos cada uno. Luego de retirarles el estimulador y aplicarles una encuesta para verificar efectos colaterales, se aplicó en pos test la misma prueba. De sus evidencias, indican que bajo la estimulación, los individuos con alta capacidad mostraron mayores beneficios debido al entrenamiento y escasos en individuos con baja capacidad. Sin embargo, sin la estimulación, los participantes de baja capacidad lograron una ganancia comparable al de alta capacidad que sí recibió la estimulación.

Con la finalidad de determinar el efecto en la capacidad de la MCPv, debido al entrenamiento basado en la práctica de un videojuego de estrategia en tiempo real, Jakubowska *et al.* (2021) usaron una tarea similar. Su aplicación se realizó a lo largo de 576 intentos, divididos en cuatro bloques. Cada uno variaba en la cantidad de colores (dos a cinco) por revisar en la sección de la pantalla que se indicaba. Después, los participantes, que eran no jugadores, fueron asignados aleatoriamente a dos grupos experimentales (n=21) y a dos de control (n=10). Los dos primeros entrenaron una hora diaria por cuatro semanas, en una de dos modalidades. En una, la facción y estrategia fueron asignados aleatoriamente antes de cada partida (ambiente variable)

y en la otra, siempre jugaron contra la especie *Terran* y empleando una estrategia económica (ambiente fijo). De los grupos de control, uno fue asignado a jugar *Heart Stone* el mismo tiempo y el otro no tuvo actividad. Después de aplicar la misma tarea de detección de cambio, sus resultados sugieren que la mejora más significativa en la MCPv, fue en el grupo con modelo de entrenamiento variable.

En su estudio, Ye *et al.* (2021) exploraron las diferencias individuales en la capacidad de la MCPv y su relación con el uso de indicadores de ítems meta, basados en dimensiones y objetos. Para ello, trabajaron con 55 universitarios, en una tarea similar para medir la capacidad de la MCPv y asignarlos al grupo de baja o alta capacidad. Durante 10 minutos realizaron 100 intentos, en los cuales inicialmente se mostraban seis cuadros coloreados en ubicaciones específicas y luego de desaparecer, se presentaba un solo cuadro en cierta ubicación y se tenía que decidir si era igual al anterior. Todos ejecutaron dos tareas de entrenamiento, de modo que una mitad realizó primero la tarea basada en objetos y luego la basada en dimensión y la otra al revés. Para ambas tareas, los intentos totalmente al azar fueron 192, con una duración de 30 minutos. La tarea, que usaba indicación basada en dimensión, presentaba al inicio tres barras de distinto color y orientación, para después presentar uno de tres textos (Azar, Color y Orientación). Luego se presentaba un cuadro y una barra o un cuadro y un círculo de colores, en la ubicación meta. A partir de la indicación se elegía de una paleta de colores o moviendo una barra blanca, para seleccionar color u orientación, originales. La otra tarea utilizaba señalamiento basado en objetos y la diferencia era que en lugar de un texto, se mostraba una doble flecha que apuntaba a la barra meta. De acuerdo a sus resultados, reportan que la capacidad de MCPv afectó el desempeño en ambos tipos de tareas. Para las pruebas que requerían reportar el color, el grupo alto

se desempeñó ligeramente mejor que el bajo y para las que necesitaban reportar la orientación, una diferencia similar fue notable.

Y *et al.* (2018) trabajaron con 42 universitarios para investigar el efecto de la capacidad de la MCPv en la eficiencia de filtrado de distractores faciales emocionales. Se realizó primero una tarea de detección de cambio facial y después, otra para detectar cambio de color. En la primera se usaron 54 rostros de hombres con igual número de expresiones faciales (neutra, enojo y alegría). Se presentaban luego de una flecha que señalaba el lado de la pantalla por verificar, en una de tres condiciones: un rostro, dos rostros, un rostro meta y otro distractor.

Después de presentar una pantalla en blanco, volvían aparecer los rostros para que el participante decidiera si la identidad, sin importar la emoción, había cambiado en la sección o posición metas. Durante 75 minutos hicieron 1120 intentos totalmente aleatorios, divididos en ocho bloques de 140 cada uno. En la segunda tarea, se presentaba un arreglo de seis cuadros coloreados para luego aparecer un cuadro de cierto color y se decidía si el inicial era del mismo color. Los participantes hicieron 100 intentos en dos bloques durante 10 minutos, para, con sus resultados, asignarlos al grupo de alta o baja capacidad. A partir del análisis de sus alcances, encontraron que los del grupo con alta capacidad fueron capaces de filtrar todos los rostros emocionales y los del grupo con baja, tuvieron dificultad para filtrar los rostros que mostraban enojo o neutralidad, pero no así la alegría.

Gu *et al.* (2018) investigaron la diferencia en capacidad de MCPv y eficiencia de filtrado entre universitarios con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) sin medicación y compañeros sanos. Trabajaron con dos grupos emparejados por número, género, edad y

coeficiente intelectual de 27 personas. Como medición, se aplicó una tarea de detección de cambio de color, mientras eran registrados sus electroencefalogramas. La tarea tenía tres condiciones de carga: baja (dos cuadrados), alta (cuatro cuadrados) y distracción (dos cuadrados y dos círculos); presentados en cada lado de la pantalla. Aparecía primero un arreglo de figuras coloreadas y luego se desplegaba otro similar y el participante debía indicar si existía cambio, solo en los cuadrados. Los participantes efectuaron 312 intentos divididos en 13 bloques de 24 cada uno. Dada la naturaleza de uno de los grupos, se dio especial apoyo a la comprensión de las instrucciones. Al final, se obtuvieron evidencias de que el grupo con TDAH no se diferenció del otro grupo, posiblemente porque la tarea no fue suficientemente exigente o compleja como para provocar diferencia.

Para probar si los adultos mayores podían beneficiarse de la repetición de tareas para mejorar su desempeño en una tarea similar; Tagliabue *et al.* (2020) trabajaron con 24 adultos mayores y 24 universitarios; sin antecedentes de trastornos psiquiátricos. La tarea consistía en detectar, en el lado de la pantalla señalado inicialmente, cambios de color en una de tres condiciones de carga: uno, dos o cuatro círculos junto a distractores (cinco de color gris claro). Se tenía que indicar si entre el arreglo inicial y el posterior a una pantalla vacía en blanco, había algún cambio. Durante cuatro días estuvieron trabajando en la misma tarea, con algunas diferencias. Para la primera y cuarta sesión, mientras se registraban sus electroencefalogramas, se realizaron 240 intentos por cada tipo de carga, divididos en 15 bloques de 48 cada uno. Para los días dos y tres, completaron 384 ensayos divididos en ocho bloques de 48. De acuerdo a sus resultados, revelan que la repetición de tareas es beneficiosa para varios aspectos relativos a la MCPv y conseguir un envejecimiento saludable.

Por su parte, Li *et al.* (2017) para determinar efectos del entrenamiento de filtrado visual en la capacidad de la MCPv, evaluaron 38 universitarios en su eficiencia de filtrado con una prueba similar. En función de sus puntajes, se conformaron los grupos de alta y baja capacidad, siendo este último entrenado en filtrado visual con tareas adaptativas de detección de cambio. Durante 20 sesiones de 50 minutos para un total de cuatro semanas, trabajaron con siete clases de paradigmas de detección (tres con estímulos indicados y cuatro con estímulos meta). Para lograr mayores efectos, los intentos se volvían más difíciles, conforme avanzaba el entrenamiento, incrementando la cantidad de estímulos desde dos a cuatro por clase de paradigma. Sus evidencias conducen a determinar que el entrenamiento mejoró la eficiencia del filtrado, de modo que se alcanzaron puntajes similares a los del grupo de alta. Además, encontraron que hubo transferencia de mejoras en la tarea de MO verbal (Alcance de Operación-Palabra) pero no así en la prueba de inteligencia fluida y que el nivel de desempeño se mantuvo luego de tres meses.

METODOLOGÍA

A partir de un enfoque cuantitativo, se realizó un estudio cuasi-experimental, con grupo experimental pre-post intervención y de control pasivo. Enseguida se describen las muestras, los instrumentos aplicados y el procedimiento seguido.

PARTICIPANTES

Con el uso del programa estadístico G*Power 3.19, se realizó un análisis previo de potencia con un tamaño de efecto medio ($d=0.5$) y una potencia meta de 0.80, encontrando un tamaño de muestra de 51 participantes por grupo. Dadas las condiciones existentes, el muestreo usado fue del tipo no probabilístico por conveniencia. Inicialmente, se trabajó con 110

universitarios de las licenciaturas de docencia básica e ingeniería, de dos instituciones (particular y pública). Todos aprobaron la prueba de Ishihara para el daltonismo (Berisso, 2018) y entregaron firmada su carta de consentimiento informado, luego de una explicación detallada del estudio. El criterio seguido para asignar los participantes a cada grupo, fue conforme al nivel de la dificultad percibida (uno a cuatro) sobre la prueba inicial de detección de cambio. De esta manera, se fueron asignando estudiantes con el mismo nivel a sendos grupos, de modo que el nivel promedio de dificultad fue de 3.1. Luego de eliminar participantes de ambos grupos por no completar todas las pruebas, resultaron 46 alumnos con una edad de 21.3 ± 1.967 para el grupo de control pasivo, con una proporción de 65% de mujeres. El grupo experimental estuvo conformado por 48 participantes, de los cuales, un 77% eran mujeres y con una edad de 20.3 ± 1.854 . Para apoyarles mejor, se atendieron a ambos grupos divididos en dos horarios distintos fuera de sus clases. Además, se les motivó con un apoyo de dos puntos de diez, en la calificación de una de sus materias, conforme a su desempeño.

PROCEDIMIENTO

Debido a la contingencia de salud, las sesiones de evaluación y de entrenamiento se manejaron mediante videoconferencia, usando para ello la plataforma ZOOM® y con la cámara de la computadora o del celular activada. Se estableció un mecanismo vía software, para que realizaran las actividades solamente en el horario establecido para tal motivo. Durante las sesiones, tanto el aplicador como un asistente, cuidaban que los participantes no se distrajeran y respondían a las dudas que les planteaban mediante mensajes textuales. Para verificar que los participantes entendían la actividad a realizar durante las sesiones iniciales, se les proporcionó una encuesta que presentaba un video demostrativo de la prueba o tarea de

entrenamiento. En tal encuesta, se pedía que se identificaran, escribieran lo que habían entendido e indicaran el nivel de dificultad que percibían, con dos días de antelación a la aplicación. Al término, el aplicador revisaba las respuestas y en caso de que la explicación fuera confusa, se les pedía que revisaran el video y volvieran a responder la encuesta. Previo a las pruebas iniciales, se comprobó que los participantes ingresaran al software en línea, con los datos de acceso proporcionados.

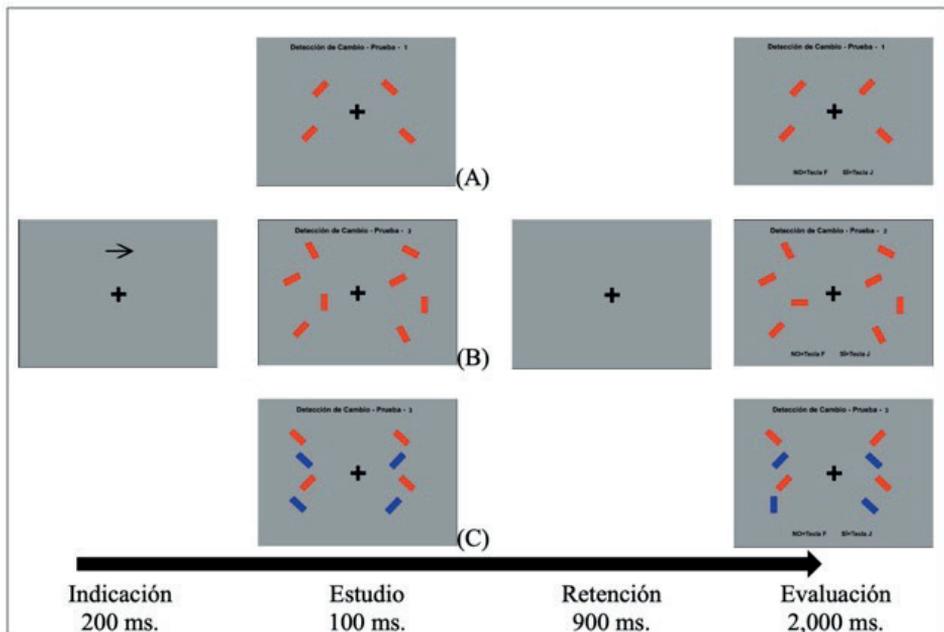
Inicialmente, tanto la prueba de detección de cambio como la de Matrices Progresivas de Raven escala general, se aplicaron en sendas sesiones de 60 y 40 minutos, respectivamente. Posteriormente, con el grupo experimental, se inició un grupo de 10 sesiones diarias de 50 minutos de entrenamiento basado en las tareas adaptativas y posteriormente, se volvieron a aplicar las pruebas iniciales a ambos grupos. Para el entrenamiento, se programaron tareas con tipo de estímulos específicos para cada día. Durante los mismos, se pidió a los participantes que solo ejecutaran la tarea con el tipo de estímulo programado para ese día, sin importar el nivel de dificultad que hubieran logrado. Cuando terminaron las primeras cinco sesiones, se dispuso que volvieran a realizar las tareas de manera similar. Finalmente, entre las mediciones iniciales y finales, hubo un lapso de 21 días naturales.

INSTRUMENTOS

Tanto para la prueba como para el entrenamiento en detección de cambio, con datos proporcionados inicialmente, se accedía a un software en línea (*Mutatio Deprehendatur*) desarrollado en la plataforma *Construct 2*. El tamaño de la pantalla usada era de 1024x768 *pixeles* con un fondo gris claro (#A8ACAC).

Medición. Conforme a Vogel *et al.* (2005), se utilizó una prueba conformada por 30 corridas cada una de 24 intentos, de las cuales las primeras seis fueron de ensayo. Entre cada corrida aparecía un semáforo preparando el inicio de la misma. Cada intento manejaba las fases de indicación, estudio, retención y evaluación. En la primera se indicaba con una flecha, el lado (izquierdo o derecho) a trabajar. Luego la flecha desaparecía por un instante para luego presentar las figuras a retener (estudio). Enseguida desaparecían para mostrar una cruz en medio (retención), después de lo cual volvían a aparecer figuras similares y el participante oprimía una tecla (F o J) o bien daba clic en el letrero correspondiente, para indicar sí o no había habido cambio en la orientación de alguna de las figuras (evaluación).

Figura 1. *Fases y tiempos de un intento con las diferentes condiciones usadas en la prueba.*



Fuente: Elaboración propia.

En la mitad de los intentos, las figuras de la fase de retención tenían la misma orientación que en la fase de evaluación y en la otra mitad, tenían algún cambio. En la figura 1, se indica el tiempo de cada fase y un ejemplo para las tres condiciones evaluadas: dos ítems (A), cuatro ítems (B) y dos ítems y dos distractores (C). En las dos primeras, aparecían dos y cuatro rectángulos rojos por lado y en la última, dos rectángulos rojos junto a dos azules (filtrado).

Los rectángulos rojos manejaban ocho orientaciones distinguibles (0° , 30° , 45° , 60° , 90° , 120° , 135° , 150°). Durante cada corrida, en 30 ocasiones se presentaban, la dirección de la flecha, una de las tres condiciones y cambios en las figuras, y al final de la misma, se mostraban los resultados. Por cada corrida, se almacenaba el usuario, número de la corrida, fecha y hora, aciertos, errores, éxitos y falsas alarmas por tipo de condición y el tiempo de respuesta promedio. Los éxitos son cambios detectados cuando si los hubo y falsas alarmas, cuando no los hubo.

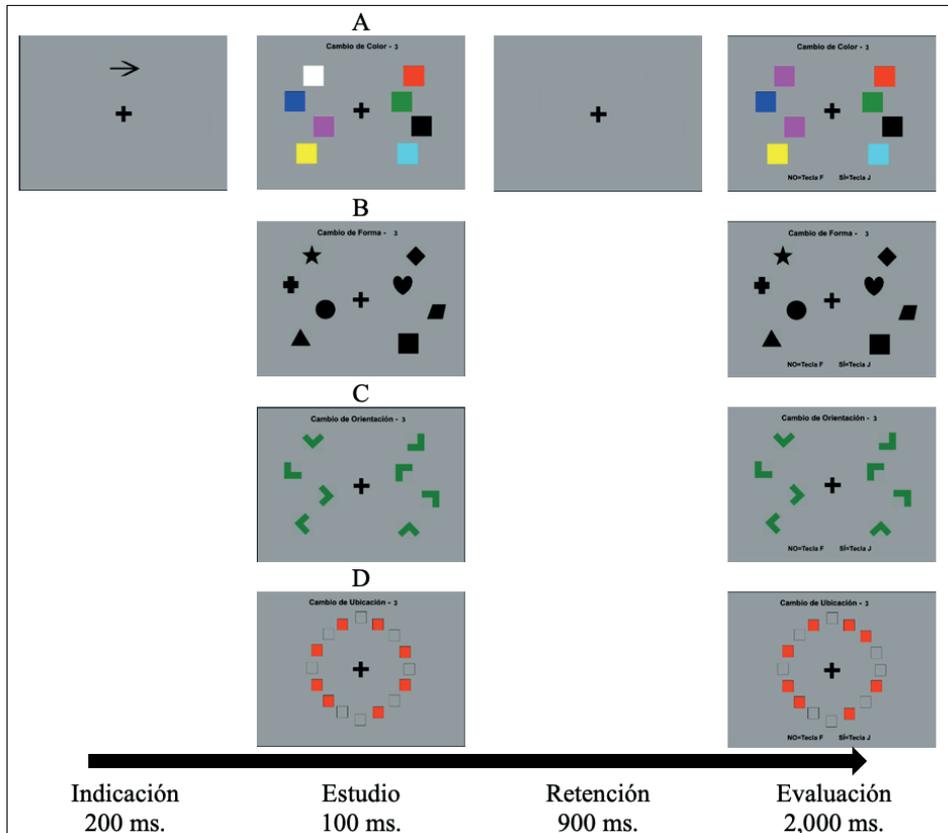
Entrenamiento. A partir de Li *et al.* (2017), se usaron tareas con cuatro tipos de estímulos y tres niveles de dificultad. Cada nivel manejaba corridas de 30 intentos y para avanzar al siguiente, se requería de 27 aciertos (90%). Al llegar al último nivel, se mantenían en el mismo indefinidamente. Conforme a cada nivel, se trabajaba con diferente carga (dos, tres o cuatro elementos por lado) y antes de una corrida aparecía un semáforo a modo de preparación. Al igual que en la prueba, por cada intento se manejaban las fases de indicación, estudio, retención y evaluación. Inicialmente, aparecía una flecha que indicaba el lado (izquierdo o derecho) que debía verificar el participante. Luego al desaparecer se mostraba el arreglo de elementos a retener para enseguida mostrar una cruz en medio. Después, aparecía un arreglo similar a partir del cual, se requería indicar si hubo cambios

en las figuras del lado señalado por la flecha, mediante la tecla F o J o bien, dando clic al letrero correspondiente. Como se aprecia en la figura 2, se trabajó con varios paradigmas de detección de cambio: Color (A), forma (B), orientación (C), ubicación (D) y una mezcla de los cuatro. En la primera, el participante indicaba si hubo cambio de color en alguna de las figuras del lado señalado por la flecha. Se usaron ocho colores distintivos: rojo (#FF0000), verde (#008000), negro (#000000), azul (#0000FF), azul claro (#00FFFF), amarillo (#FFFF00), blanco (#FFFFFF) y magenta (#FF00FF). En la segunda, se utilizaron formas distinguibles (cuadrado, círculo, triángulo, estrella, cruz, paralelogramo, rombo y corazón) para detectar cambio en alguna de las figuras del lado indicado. En la tercera, se detectaba cambio de orientación de una de las figuras de color verde (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315°), en la semi-pantalla señalada. En la cuarta, se verificaba cambio de ubicación de algún cuadro rojo de uno a seis lugares, en el lado indicado. Además, se trabajó con una tarea que mezclaba paradigmas entre intentos y en todas las modalidades, como señal de éxito, sonaba una campanilla. Al final de cada corrida, aparecían los resultados y dos botones: continuar y menú. Con el primero, se presentaba el siguiente nivel o se permanecía en el mismo, dependiendo de los aciertos alcanzados y el nivel. Con el segundo se regresaba para acceder a otra tarea o terminar.

Medición de transferencia. Como en Li *et al.* (2017), para verificar transferencia del entrenamiento, se aplicó la prueba de Matrices Progresivas de Raven escala general, la cual consta de 60 problemas, presentados en orden de dificultad y distribuidos en cinco series de 12. La mencionada prueba fue alojada en un curso de una plataforma Moodle y la tarea del participante era seleccionar, entre varias alternativas, la que completaba correctamente la serie general de patrones. El puntaje por participante,

se obtenía de dividir los aciertos entre el total, con lo cual se manejaron puntuaciones brutas o directas.

Figura 2. Fases y tiempos de un intento con los diferentes paradigmas usados en el entrenamiento.



Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Además del porcentaje de precisión y conforme a Cowan (2001), se obtuvo el valor K de Cowan, con la fórmula $K = S \times (\text{proporción de éxitos})$

– proporción de falsas alarmas), donde S son los elementos a memorizar (dos o cuatro) por cada lado. Por lo anterior, se obtuvieron tres valores K correspondiendo a: dos estímulos rojos (K2), cuatro estímulos rojos (K4) y dos estímulos rojos y dos azules (K2'). También, se calculó el índice de almacenamiento innecesario (AI) de distractores (Lee *et al.*, 2010), con la fórmula: $AI = (K2 - K2')$ y conforme al mismo autor, se usó el puntaje K4, para determinar la capacidad de memoria de cada participante. Para obtener la eficiencia de filtrado (EF), a partir del planteamiento de Vogel *et al.* (2005), Se derivó la fórmula $EF = K2' / K2$. De esta manera, conforme un participante descarta los distractores en la condición de filtrado, su puntaje será similar a la condición de dos ítems. Sin embargo, es posible obtener valores inválidos de EF (>1 o <0), por ejemplo, cuando el puntaje de K2' sea mayor a K2 o bien, cuando las falsas alarmas sean mayores que los éxitos. Para el presente, se han descartado estos casos, al igual que cuando $K4 < 0$ y por tanto, en los resultados siguientes, se especifica el tamaño de muestra (N), que tuvo valores válidos de K.

Con el fin de saber si existían diferencias significativas entre grupos, tanto en pretest como en el posttest, se ejecutó la prueba U de Mann-Whitney mediante SPSS V15.0. Al realizar el contraste de las medias en el pretest, no se encontró diferencia significativa entre grupos, lo cual permitió continuar con la conformación inicial de los grupos. Luego de concluir la intervención, además de calcular los tamaños de efecto, mediante la prueba de Wilcoxon se calcularon los estadísticos de las diferencias entre medias de grupos emparejados (ver tabla 1). En relación con esto, aunque entre los puntajes pre y post para el grupo experimental, se detectó significancia en la diferencia para el AI (N=28, $Z=-4.623$, $p=.000004$) y la EF (N=28, $Z=-3.526$, $p=.0004$), en el caso del grupo control solo hubo en el primero (N=32, $Z=-4.039$, $p=.00005$). Al comparar las medias del posttest por

grupos independientes, mediante la prueba U de Mann-Whitney, para el grupo experimental (N=48), se obtuvo diferencia significativa con respecto al grupo de control (N=46) en K4 ($Z=-2.862$, $p=0.004$). En un contraste similar (N=40 vs. N=37) se obtuvo ganancia significativa para K2 ($Z=-2.284$, $p=.022$), más no así para K2' ($Z=-1.871$, $p=.061$). Así mismo, se lograron tamaños del efecto (g de Hedges) por encima del tamaño mediano para K2=-0.612 y K4=-0.594 (Cohen, 1988). En cuanto a la EF no se encontró diferencia significativa alguna ($Z=-1.876$, $p=.061$) y en consecuencia, tampoco para el AI ($Z=-1.397$, $p=.162$). Para la prueba de Raven, en comparación similar, la diferencia fue no significativa ($Z=-.195$, $p=.845$). Al determinar la diferencia entre los puntajes K2 contra K2', la misma fue significativa ($Z=-5.511$, $p=.000$) para el grupo entrenado, contra la expectativa que se tenía de que redujera.

Asociaciones. En el postest, se usó la prueba de Spearman para determinar los niveles de correlación de la capacidad de MCPv (K4) con el almacenamiento innecesario y con la eficiencia de filtrado. Para el grupo de control se encontraron niveles medios y significativos ($r=-0.532$, $p=.001$ y $r=0.765$, $p=.000$, respectivamente) y para el experimental, solo para la segunda ($r=0.426$, $p=.006$).

Tabla 1. *Descriptivos de las mediciones previas y posteriores a la intervención.*

			Pretest		Postest		Diferencia		Tamaño del efecto (g)
			Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Valor Z	Valor p	
Valor	Grupo	N	Media	Típica	Media	Típica	Valor Z	Valor p	efecto (g)
K2	0	44	1.02	0.613	1.18	0.602	-2.031	0.042	-0.214
	1	44	1.16	0.553	1.51	0.474	-3.863	0.000	-0.567
K4	0	45	1.41	0.689	1.64	0.756	-2.015	0.044	-0.268
	1	46	1.49	0.722	2.09	0.766	-4.802	0.000	-0.675
K2'	0	32	0.63	0.562	0.85	0.697	-1.907	0.056	-0.281
	1	28	0.86	0.511	1.29	0.540	-4.099	0.000	-0.691
Raven	0	46	75.52	16.01	76.39	11.722	-.028	0.978	-0.052
	1	48	73.97	9.026	76.24	11.195	-1.863	0.062	-0.187

0 = Control pasivo. 1 = Experimental. g = g de Hedges. Fuente: elaboración propia.

Para este grupo, al determinar asociaciones entre las diferencias de los puntajes pre-post y los iniciales, se encontró que el entrenamiento sirvió más a quienes habían obtenido menores puntajes en el pretest (K2: $r=-0.515$, $p=.000$). Las ganancias para este grupo, no tuvieron asociación significativa alguna con la edad.

Sobre el entrenamiento. Se programaron 500 minutos y quizás por falta de tiempo o por desempeño insuficiente, algunos no lograron alcanzar los tres intentos por tarea. A partir de los datos almacenados, se obtuvieron la proporción de participantes que completaron niveles de tareas (puntaje superior al 90%), el promedio de intentos realizados para lograr completarlas y la proporción de intentos cuyo puntaje fue superior al 90% (éxitos). Se encontró que la tarea con mayor dificultad fue la correspondiente a detectar cambio de orientación y la más fácil, cambio de color.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dado que solo una proporción menor de estudios revisados, usaron el mismo tipo de prueba, la comparación se limitará a dichos casos. Así, para el pretest, las medias de K2, K2' y K4 fueron menores a las obtenidas en Li *et al.* (2017), a las del grupo de control de Lee *et al.* (2010) y a Owens *et al.* (2013) para sus dos grupos, en cuanto a K4. Lo anterior quizás se debió al nivel de dificultad que se ha impuesto, ya que en el presente estudio, se trabajó con ocho diferentes orientaciones del objeto meta en lugar de cuatro.

En cuanto a las diferencias favorables post-pre test para el grupo entrenado, de los valores K, se ha encontrado efecto de tamaño mediano y para el de control pasivo, uno de tamaño pequeño. Por tanto, la eficiencia ha obtenido un tamaño similar y el almacenamiento innecesario, se ha reducido para ambos grupos, encontrando tamaños grandes de efecto (>0.8). Para el grupo no entrenado, la diferencia significativa ($p<.045$) aunque con tamaño de efecto menor en los valores K2 y K4, posiblemente se debió al efecto de examinar-reexaminar al haber transcurrido 21 días entre ambas sesiones de medición (Scharfen *et al.*, 2018). Por otro lado, para conocer la habilidad en el filtrado de distractores, se compararon los valores K en la condición de dos ítems (K2) y la condición de filtrado (K2') del pre al pos test. A diferencia de Li *et al.* (2017), que en cuyo caso los igualaron notablemente, esto no se logró para el grupo entrenado. Esto implica que a pesar del entrenamiento, los participantes retuvieron datos irrelevantes cuando se presentaban los distractores, alterando su habilidad para detectar los importantes. Una posible explicación es que el entrenamiento duró la mitad que en su caso.

En el pos test, con los tamaños de muestra usados y para lograr una potencia estadística superior al 80%, el efecto de tamaño (d) significativo debía ser mayor a 0.572 para K2 y a 0.524 para K4, los cuales sí se cumplieron (0.618 y 0.599, respectivamente). Estos resultados indican que la capacidad de MCPv se pudo mejorar con el entrenamiento de filtrado, en línea con Li *et al.* (2017) y Owens *et al.* (2013). Entre la capacidad de la memoria y la eficiencia de filtrado, usando diferente esquema de cálculo de la eficiencia, para el grupo entrenado se obtuvo un factor de correlación mayor al de Li *et al.* (2017) y menor al de Vogel *et al.* (2005). Se determina entonces que, participantes con mayor capacidad logran mayor eficiencia de filtrado.

Posiblemente, debido al tamaño de muestra, mayor al de los estudios revisados, aumentó la posibilidad de conseguir un porcentaje representativo de valores inválidos, bajo la condición de filtrado (K2'). De hecho, de las mediciones en el pre test, un 26% para el grupo de control y un 31% para el experimental, cayeron en este caso. Aunque para este último, disminuyó a 17% en el pos test, para el primero, solo bajó a 20%. Por lo anterior, con respecto al tamaño de muestra usado para calcular la capacidad, el usado para la eficiencia, disminuyó entre un 15 y 20% para el pos test. Por tanto, queda la duda sobre si una muestra de tamaño similar, hubiera arrojado diferencia notable en la eficiencia de filtrado, toda vez que el valor de significancia, fue de 0.061.

Para verificar efectos de transferencia del entrenamiento, en los puntajes de la prueba de Raven, entre pre y pos test no se encontró magnitud y significancia importante en la diferencia. Esto posiblemente se deba al efecto de techo, dado que en la primera prueba los participantes alcanzaron un puntaje de magnitud considerable, tal como sucedió en Li *et al.* (2017).

Respecto al entrenamiento, es notoria la dificultad que impuso la tarea de orientación, no obstante que las figuras, por su forma, se distinguen mejor las diferentes disposiciones que en la prueba.

CONCLUSIONES

A pesar de una dificultad mayor de la prueba y condiciones ambientales más desfavorables, con respecto a los estudios revisados, los resultados fueron muy alentadores.

Los puntajes previos a la intervención confirmaron la similitud de los grupos, por lo que las diferencias encontradas en el pos test pueden atribuirse al tratamiento y no a los efectos de otras variables. En cuanto al objetivo principal, se ha encontrado que la intervención mejoró notablemente la capacidad de la MCPv más no así la eficiencia de filtrado. En el caso de los objetivos secundarios, las evidencias conducen a determinar que hubo ganancias en el grupo entrenado sobre el de control pasivo, en la detección de cambios en condiciones sin filtrado, sin embargo, no se encontró transferencia del entrenamiento. Entre las condiciones que pudieron influir en los resultados, se encuentran que la ejecución de la prueba en sus dos momentos se efectuó desde casa y, aunque se les pidió que se aislaran al máximo, esto no fue posible, tal y como lo atestiguaron los aplicadores y sus apoyos. Además, para el pos test, la cercanía de los exámenes finales pudo haber afectado negativamente. La presente investigación se ha desarrollado en universitarios sanos, con la intención de detectar jóvenes con niveles deficitarios en los indicadores obtenidos, para tomar acciones de apoyo extra-clase y mejorar las áreas de oportunidad.

Con las ganancias obtenidas en ellos, se fundamenta la idea de aplicar la intervención en otras personas que puedan presentar alguna deficiencia

cognitiva como TDAH, enfermedad de Parkinson, ansiedad y en personas de edad avanzada, por el decaimiento natural. Además, una vertiente futura de desarrollo es una intervención usando solamente la tarea de detección de cambio de orientación, dada la dificultad que representó durante el entrenamiento y cuyo tipo de estímulo está asociado a la prueba. Se puede enriquecer, si además se agrega una tercera medición en un periodo posterior a la post-prueba. El cambio más importante será, implementarla bajo condiciones ambientales más controladas, como lo han hecho los autores revisados, esto, cuando se recupere la vida que se tenía antes de la pandemia. En ese caso, se podrá verificar si el tiempo de entrenamiento utilizado es suficiente para lograr mejoras en la eficiencia de filtrado y en la capacidad de memoria visual de corto plazo.

REFERENCIAS

- Anunciação, L., Portugal, A., Rabelo, I. y Landeira-Fernandez, J. (2022). Non-verbal intelligence outperforms selective attention in a visual short-term memory test. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 34.
- Berisso, K. (2018). Addressing color blind awareness in the classroom. *Journal of Business and Management Sciences*, 6(3), 93-99.
- Camina, E. y Güell, F. (2017). The neuroanatomical, neurophysiological, and psychological basis of memory: Current models and their origins. *Frontiers in pharmacology*, 8, 438.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in Brain Research*, 169, 323–338.
- Eng, H. Y., Chen, D. y Jiang, Y. (2005). Visual working memory for simple and complex visual stimuli. *Psychonomic bulletin & review*, 12(6), 1127-1133.
- Esposito, M., Mauri, P., Panizza, L., Mazza, V., Miniussi, C. y Brignani, D. (2021). Baseline levels of alertness influence tES effects along different age-related directions. *Neuropsychologia*, 160, 107966.
- Gu, C., Liu, Z., Tannock, R. y Woltering, S. (2018). Neural processing of working memory in adults with ADHD in a visuospatial change detection task with distractors. *PeerJ*, 6, e5601.
- Guye, S., De Simoni, C. y von Bastian, C. C. (2017). Do individual differences predict change in cognitive training performance? A latent growth curve modeling approach. *Journal of Cognitive Enhancement*. 1(4), 374-393. <https://doi.org/10.1007/s41465-017-0049-9>
- Green, C. S., Bavelier, D., Kramer, A. F., Vinogradov, S., Ansonge, U., Ball, K. K. y Witt, C. M. (2019). Improving methodological standards in behavioral interventions for cognitive enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(1), 2-29. Recuperado de: <https://aisberg>.

unibg.it/retrieve/handle/10446/153197/343462/Consensus_Cog_Intervention_Methods_final.pdf

- Jakubowska, N., Dobrowolski, P., Binkowska, A. A., Arslan, I. V., Myśliwiec, M. y Brzezicka, A. (2021). Psychophysiological, but Not Behavioral, Indicator of Working Memory Capacity Predicts Video Game Proficiency. *Frontiers in Human Neuroscience*, 666.
- Ku, Y. (2018). Selective attention on representations in working memory: cognitive and neural mechanisms. *PeerJ*, 6, e4585.
- Lee, E. Y., Cowan, N., Vogel, E. K., Rolan, T., Valle-Inclan, F. y Hackley, S. A. (2010). Visual working memory deficits in patients with Parkinson's disease are due to both reduced storage capacity and impaired ability to filter out irrelevant information. *Brain*, 133(9), 2677-2689.
- Li, C. H., He, X., Wang, Y., Hu, Z. y Guo, C. (2017). Visual working memory capacity can be increased by training on distractor filtering efficiency. *Frontiers in psychology*, 8, 196.
- Martin, A. y Becker, S. I. (2021). A relational account of visual short-term memory (VSTM). *Cortex*, 144, 151-167.
- Owens, M., Koster, E. H. W. y Derakshan, N. (2013). Improving attention control in dysphoria through cognitive training: transfer effects on working memory capacity and filtering efficiency. *Psychophysiology* 50, 297-307. doi: 10.1111/psyp.12010
- Prieto, A., Peinado, V. y Mayas, J. (2021). Does perceptual grouping improve visuospatial working memory? Optimized processing or encoding bias. *Psychological Research*, 1-13.
- Raven, J., Court, H. y Raven, J. (1996). Test de matrices progresivas: escalas coloreada, general y avanzada. Manual. Segunda edición. Madrid: TEA ediciones.
- Sanders, A. J. (2021). *A Multi-Modal Investigation of Infant Visual Short-Term Memory*. University of California, Los Angeles.

- Scharfen, J., Jansen, K. y Holling, Heinz (2018). Retest effects in working memory capacity tests: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(6), 2175-2199.
- Schmicker, M., Menze, I., Schneider, C., Taubert, M., Zaehle, T. y Mueller, N. G. (2021). Making the rich richer: Frontoparietal tDCS enhances transfer effects of a single-session distractor inhibition training on working memory in high capacity individuals but reduces them in low capacity individuals. *NeuroImage*, 242, 118438.
- Tagliabue, C. F., Assecondi, S., Cristoforetti, G. y Mazza, V. (2020). Learning by task repetition enhances object individuation and memorization in the elderly. *Scientific reports*, 10(1), 1-12.
- Weaver, M. D., Hickey, C. y Van Zoest, W. (2017). The impact of salience and visual working memory on the monitoring and control of saccadic behavior: An eye-tracking and EEG study. *Psychophysiology*, 54(4), 544-554.
- Ye, C.; Xu, Q., Liu, Qi., Cong, F., Saariluoma, P., Ristaniemi, T. y Astikainen, P. (2018). The impact of visual working memory capacity on the filtering efficiency of emotional face distractors. *Biological psychology*, 138, 63-72.
- Ye, C., Xu, Q., Hu, Z., Astikainen, P., Zhu, Y., Liu, X. y Liu, Q. (2021). Individual Differences in Working Memory Capacity Are Unrelated to the Magnitude of Benefits from Object-and Dimension-Based Retro-Cues. *Journal of Vision*, 21(9), 1869-1869.
- Xie, W. y Zhang, W. (2021). Pre-existing long-term memory facilitates the formation of visual short-term memory. In *Visual Memory* (pp. 84-104). Routledge.
- Zheng, M. (2021, December). Influence of Short Video Watching Behaviors on Visual Short-Term Memory. In *2021 4th International Conference on Humanities Education and Social Sciences (ICHESS 2021)* (pp. 1855-1859). Atlantis Press.

Envió dictamen: 22 junio 2022

Reenvió: 11 agosto 2022

Aprobación: 25 agosto 2022

Ismael Esquivel Gámez, Profesor de tiempo completo en la Universidad Veracruzana. Habilidades cognitivas.

Julio César Berthely Barrios, Catedrático del Tecnológico Nacional de México Campus Veracruz. Habilidades comunicativas en idioma inglés.

Karina Estela Gálvez Buenfil, Directora Académica de Estudios Superiores y Educación Continua del Centro Educativo Siglo XXI, Xalapa, Ver. Habilidades de pensamiento en la formación docente.

Jorge Arturo Balderrama Trápaga. Profesor de tiempo completo en la Universidad Veracruzana, Transformación de la enseñanza universitaria.