

Memoria operativa: efectos de su entrenamiento basado en rutinas multimedia

Working memory: effects of its training based on multimedia routines

Ismael Esquivel Gámez*

Recepción del artículo: 25/8/2020 | Aceptación para publicación: 15/2/2021 | Publicación: 26/3/2021

RESUMEN

El propósito del presente artículo fue evaluar el impacto de un programa de entrenamiento sobre el nivel de la memoria operativa en una muestra de universitarios. Para esto, se implementó un estudio cuasi-experimental con un grupo de control activo de 29 estudiantes de docencia básica y sistemas computacionales. Se aplicaron tareas de alcance complejo previo y posterior a la intervención. Para el entrenamiento se utilizaron rutinas multimedia con el grupo experimental y un taller de elaboración de ensayo académico con el grupo control. La preprueba confirmó igualdad estadística intergrupala para todas las mediciones usadas. La posprueba, a favor del grupo experimental, detectó una diferencia significativa y un tamaño del efecto mayor en la memoria visoespacial, y no significativa con tamaño mediano para la verbal. Adicionalmente, se aplicó la prueba matrices de Raven para determinar los efectos del entrenamiento en la inteligencia, pero no se encontró una diferencia significativa. Se concluye que el entrenamiento basado en rutinas multimedia no generó ganancias en la inteligencia y tampoco en la memoria operativa en su dominio verbal, aunque sí en su dominio visoespacial; sin embargo, los resultados deben ser considerados con reservas debido a la limitación que representó el tamaño de la muestra que, de subsanarse en intervenciones futuras, podrá enriquecer los hallazgos sobre los medios para mejorar la memoria operativa.

Abstract

The purpose of the present study was to evaluate the impact of a training program on the level of working memory in a sample of university students. For this, a quasi-experimental study with an active control group was implemented in 29 students of basic teaching and computer systems, applying complex span tasks before and after the intervention. For training, multimedia routines were used for the experimental group and an academic essay elaboration workshop for the control group. The pre-test confirmed intergroup statistical equality for all the measurements used and the post-test, in favor of the experimental group, detected significant difference and large effect size in visuospatial memory and non-significant with medium size, for verbal memory. Additionally, the Raven's Matrices test was applied to determine effects of training on intelligence, finding no significant difference. Therefore, it is concluded that training based on multimedia routines did not generate gains in intelligence or in working memory, in its verbal domain, although it did in its visual-spatial domain. However, the results must be taken with reservations, due to the limitation represented by the size of the sample, which, if corrected in future interventions, may enrich the findings on the means to improve working memory.

Palabras clave

Memoria operativa; efectos; entrenamiento; rutinas multimedia

Keywords

Working memory; effects; training; multimedia routines



INTRODUCCIÓN

La memoria operativa (MO), o memoria de trabajo, se define como el conjunto de procesos o estructuras que permiten que la información se mantenga y manipule simultáneamente (Baddeley, 2012). Es común que se considere como una capacidad fundamental que afecta la manera en que se realizan otras funciones cognitivas superiores.

El modelo actualizado de componentes múltiples (Baddeley, 2012) usado para su análisis indica que la MO se conforma por un componente ejecutivo central, que se divide en dos subsistemas: el bucle fonológico (almacén de estímulos verbales) y la agenda visoespacial (depósito de información visual y espacial), y el búfer episódico. Su capacidad de mantener y manipular una cantidad de información durante un período determinado –ambos limitados– es vital para el

funcionamiento diario y el éxito académico y laboral (Miyake y Shah, 1999); por esto, se ha generalizado el uso de tareas diseñadas para indexar el funcionamiento de la MO. Durante las últimas décadas ha proliferado la cantidad y la variedad de tareas para su medición y entrenamiento (Morrison, Rosenbaum, Fair y Chein, 2016).

A partir de los hallazgos de Soveri *et al.* (2017), se evidencia que los estudios sobre entrenamiento han generado ganancias moderadas en tareas similares a las usadas, pero pequeñas en cuanto a las actividades estructuralmente distintas, y ganancias mínimas en diversas acciones. Debido a lo anterior, se decidió aplicar un *software* multimedia compuesto por una mezcla de tareas encontradas en los paradigmas más usuales, configuradas para ofrecer retos que, en su mayoría, pueden enfrentarse en actividades cotidianas, lo que diferencia a esta investigación en relación con otros estudios. Se

espera contribuir al enriquecimiento del estado del conocimiento asociado al entrenamiento de la memoria operativa.

El objetivo principal de este estudio fue determinar los efectos en la capacidad de la memoria operativa de un grupo de universitarios, en sus dominios verbal y visoespacial, así como en el razonamiento inductivo figurativo, provocados por el entrenamiento cognitivo basado en rutinas multimedia. Se plantea un estudio de efectividad, el cual, de acuerdo con Green *et al.* (2019), evalúa si una intervención produce un impacto positivo deseado y si involucra ambientes menos controlados que el ideal. Los objetivos secundarios fueron: a) comparar los efectos logrados en el grupo entrenado con los de un grupo de control activo; b) estimar el nivel de dificultad de las rutinas usadas en el entrenamiento en una muestra de universitarios, con la intención de proponer mejoras al *software* aplicado; y c) conocer las estrategias de memorización implementadas durante el entrenamiento.

El trabajo está organizado de la siguiente manera: se documentan las modalidades de transferencia del entrenamiento, se describen los estudios similares, se explica el método y los materiales empleados, se reportan los resultados para su discusión, y se exponen las conclusiones.

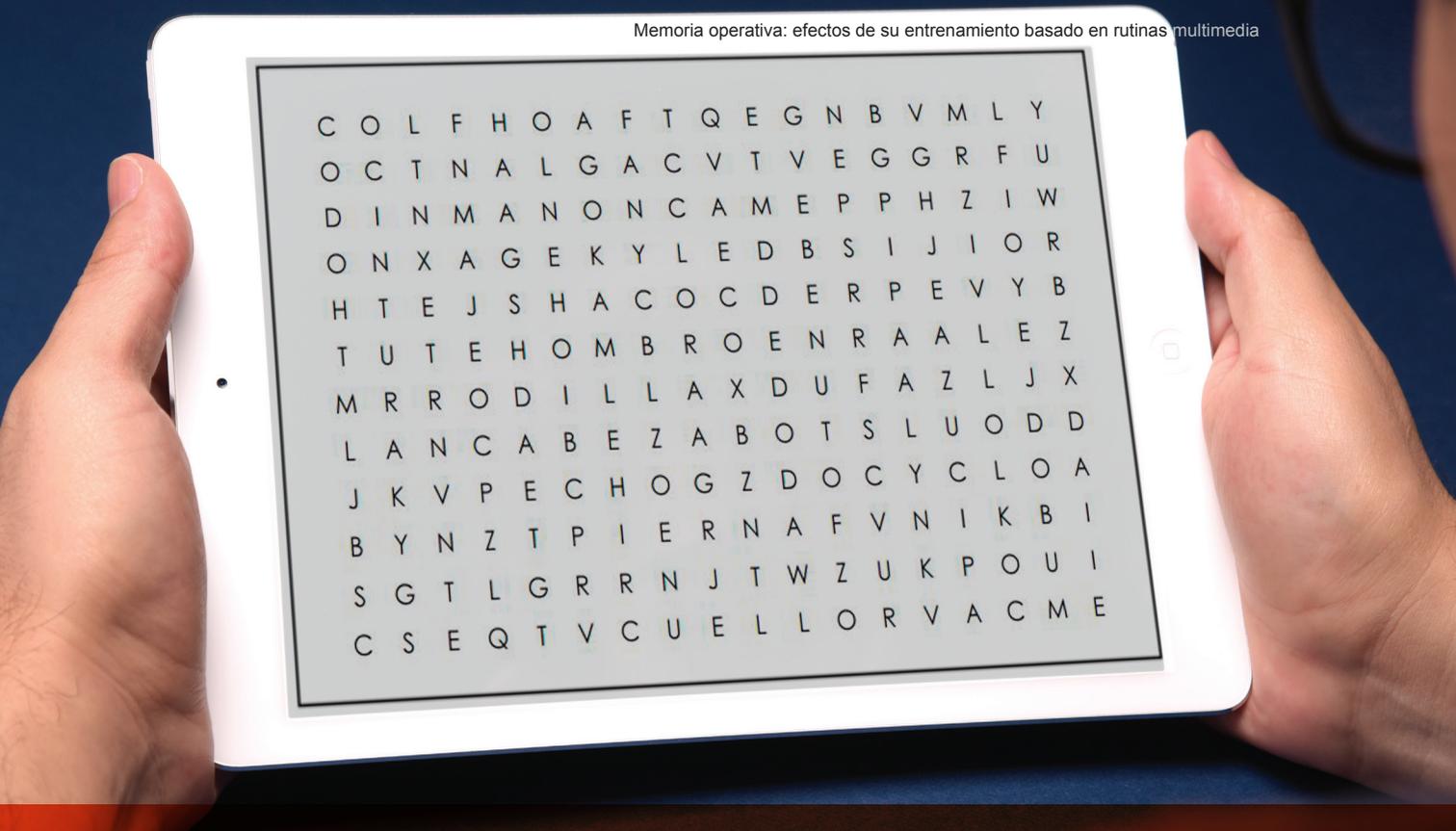
ENTRENAMIENTO COGNITIVO Y SU TRANSFERENCIA

El entrenamiento cognitivo es la formación sistemática que tiene por objeto la conservación, la mejora o el desarrollo de las capacidades cognitivas. De acuerdo con Green *et al.* (2019), hay circunstancias en las que las personas podrían beneficiarse potencialmente de mejoras en estas habilidades, como en labores que requieren de alta capacidad cognitiva (militares, policías, atletas, cirujanos, por ejemplo), y en las áreas educativas como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Las intervenciones de entre-

namiento cognitivo se han vuelto cada vez más populares como un medio potencial para mejorar el funcionamiento cognitivo a lo largo de la vida (Guye, De Simoni y von Bastian, 2017); además, la MO ha sido objeto de muchos programas de entrenamiento debido a su rol central en la cognición y su relación con habilidades de alto nivel (Maraver, Bajo y Gómez-Ariza, 2016).

Los beneficios en MO inducidos por el entrenamiento pueden deberse a un incremento en su capacidad o eficiencia, o en ambas (von Bastian y Oberauer, 2014). Un aumento en la capacidad se refleja en cambios estructurales que pueden generar una transferencia amplia manifestada en mejoras al desempeño en tareas restringidas por esta; por otra parte, el incremento en la eficiencia se manifiesta en una mejor explotación de la capacidad disponible mediante estrategias o procesos automatizados. Así, mientras el uso de estrategias específicas de paradigma puede avizorar transferencia a tareas similares, un nivel alto de automatización podría transferir resultados a tareas basadas en mecanismos similares a la MO (De Simoni y Bastian, 2018). Una tercera posibilidad, de acuerdo con Minear *et al.* (2016), es que durante el entrenamiento se encuentre mayor motivación o esfuerzo en las tareas después del entrenamiento en algunos de los participantes, especialmente si creen firmemente en su eficacia.

Según Maraver, Bajo y Gómez-Ariza (2016), la plasticidad cerebral es la base del efecto de entrenamiento sobre el desempeño cognitivo, el cual puede generalizarse y, por lo tanto, transferirse. La transferencia es la mejora del desempeño tras una intervención respecto al obtenido como línea base antes de esta (Karbach, Könen y Spengler, 2017). De acuerdo con von Bastian y Oberauer (2014), la *transferencia cercana* se refiere a la mejora en una tarea orientada a medir el mismo dominio cognitivo que el entrenado, mientras que la *transferencia lejana* mejora en un dominio distinto. Linares *et al.* (2019) indican que existe, además, la *transferencia muy cercana*, en



la cual se presentan mejoras en otras versiones de la misma tarea de entrenamiento. En su meta-análisis, Soveri *et al.* (2017) analizaron con mayor detalle los efectos de transferencia cercana, y separaron aquellas tareas no entrenadas con el mismo paradigma que las entrenadas, pero con diferentes estímulos (específica de tarea) de aquellas con estructura diferente a las entrenadas (general de tarea); para von Bastian y Eschen (2016), a esta última se le puede llamar *transferencia intermedia*.

La meta esencial de un entrenamiento es la transferencia de habilidades adquiridas; asimismo, en estudios recientes se ha encontrado que el entrenamiento en MO conduce a mejoras en tareas no practicadas, incluida la inteligencia fluida y la memoria de largo plazo (Au *et al.*, 2015). No obstante, existen meta-análisis que indican que este entrenamiento no produce transferencia lejana (Melby-Lervåg, Redick y Hulme, 2016), por lo que las respuestas sobre la efectividad de las

intervenciones en MO y las transferencias a mediciones de inteligencia y control cognitivo aún son claras (Minear *et al.*, 2016).

Generalmente, se han usado dos paradigmas de tareas para entrenar la memoria de trabajo, atrás N y alcance complejo, los cuales requieren la inhibición de estímulos irrelevantes; en el atrás N intra-intentos y en las tareas de alcance inter-intentos. El primero involucra la actualización de información y el segundo la conmutación entre dos tareas no asociadas (Minear *et al.*, 2016), que ha mostrado mayor efectividad en términos de transferencia lejana (von Bastian y Oberauer, 2013). Como señalan Fellman, Soveri, Waris y Laine (2017), es de gran atractivo trabajar con tareas de carácter distinto, sobre todo porque muchas de las tareas asociadas suelen ser actividades artificiales, que emplean secuencias de dígitos, letras, palabras o posiciones espaciales.

ESTUDIOS PREVIOS RELACIONADOS

En la revisión de estudios sobre el entrenamiento de la MO, se describen brevemente aquellos que midieron los efectos de la transferencia cercana específica de tarea, y general de tarea –transferencia intermedia–, así como de transferencia lejana en jóvenes universitarios.

Para probar si la práctica con o sin retroalimentación del desempeño en cada intento conduciría a mejoras persistentes en la capacidad de la memoria operativa (CMO) visual, Adam y Vogel (2018) organizaron a 101 jóvenes en cuatro grupos de entrenamiento: con retroalimentación, sin retroalimentación, con resolución de crucigramas y sin tarea alguna. Los autores trabajaron con los participantes en una sesión de preprueba, seis de entrenamiento por una hora, y otra para posprueba. La rutina de entrenamiento consistió en recordar la ubicación y el color de cuadros que aparecían en una pantalla para después recuperarlos. Para medir la transferencia intermedia, aplicaron una tarea distinta con los mismos estímulos, y para la lejana una de inteligencia fluida, entre otras.

Con la intención de responder a la pregunta ¿quiénes se benefician más del entrenamiento: personas con baja o alta CMO?, Foster *et al.* (2017)

trabajaron con 116 jóvenes divididos en alta y baja CMO durante 23 sesiones, tres de las cuales fueron evaluadas bajo una de tres modalidades: tareas de retención, tareas de actualización y tarea de búsqueda visual. Durante la evaluación de ocho habilidades cognitivas emplearon diversas pruebas para medir la transferencia cercana (MO: retención y actualización), la intermedia (control de la atención, memorias primaria y secundaria) y la lejana (inteligencia fluida y habilidad de multiproceso).

La hipótesis planteada por von Bastian y Eschen (2016), en la cual la efectividad del entrenamiento es mayor cuando las tareas son adaptativas, fue contrastada con mediciones hechas a 130 jóvenes, asignados aleatoriamente a uno de cuatro grupos en sendos entrenamientos, basados en el nivel asignado (adaptativo, aleatorio, auto-elegido y control activo). La duración aproximada fue de cinco sesiones semanales de 20 minutos durante un mes, en las cuales trabajaron con tareas de alcance complejo y, para valorar la transferencia cercana, usaron tareas similares a las entrenadas: tres de memoria de trabajo verbal para la intermedia y cinco de razonamiento para la lejana.

Para examinar los efectos del entrenamiento de MO en dos formas (atrás N espacial y alcance complejo verbal), Minear *et al.* (2016) trabajaron con cuatro grupos de 26 a 31 universitarios. Los regímenes de entrenamiento fueron atrás N espacial adaptativo y no adaptativo, tareas complejas y videojuegos, con una duración aproximada de cinco sesiones semanales de 20 minutos por un mes. Para valorar la transferencia cercana se emplearon pruebas de atrás N verbal, tres pruebas complejas de alcance para la intermedia, y razonamiento (verbal y visoespacial) para la lejana, entre otras.

Zhao, Xu, Fu y Maes (2017) trabajaron con 45 jóvenes divididos en dos grupos (alta y baja motivación) durante catorce días para verificar el efecto de la motivación en la transferencia de ganancias. Para el entrenamiento, usaron tareas

La hipótesis planteada por von Bastian y Eschen (2016), en la cual la efectividad del entrenamiento es mayor cuando las tareas son adaptativas, fue contrastada con mediciones hechas a 130 jóvenes

de atrás N visoespacial en ambos casos, y para valorar la transferencia cercana, tareas atrás N verbales, mientras que para la intermedia una de actualización numérica de estructura diferente, y para la lejana, tareas de control ejecutivo y de razonamiento.

Para determinar los efectos de transferencia con tres programas de actualización de MO y la influencia de la distribución de la práctica, Linares *et al.* (2019) trabajaron con 193 estudiantes asociados a uno de seis grupos (programa y distribución) con tareas numéricas hacia atrás 2 y 3, actualización aritmética y videojuegos. Se evaluó la transferencia muy cercana con una tarea igual y otra similar, la cercana con pruebas de actualización de memoria, la intermedia con la tarea alcance de operaciones, y la lejana mediante la prueba de inteligencia de Cattell.

En su trabajo, Redick, Wiemers y Engle (2018) analizaron el papel del olvido causado por el aprendizaje previo en 86 jóvenes divididos en dos grupos durante diez sesiones. Al experimental se le capacitó con dos tareas de operaciones: una requería memorizar letras y, en la otra se tenían que memorizar letras, dígitos y palabras de manera alternada; además, al grupo de control activo se le asignaron varias tareas de búsqueda visual. Para determinar los efectos, se aplicaron pruebas de actualización de MO verbal y visoespacial para la intermedia, y fluidez verbal y lectura comprensiva para la lejana.

Fellman *et al.* (2017) estudiaron los efectos de transferencia en 68 participantes asignados de manera aleatoria a un grupo de entrenamiento y de control activo. Los autores usaron un programa novedoso que manejaba oraciones como estímulos de entrenamiento, así como una tarea de alcance poco compleja de lectura para el primero, y una prueba en línea no relacionada a la MO para el segundo. La capacitación tomó cuatro sesiones de 30 minutos por semana durante cuatro semanas. Para medir la transferencia intermedia, emplearon cuatro medidas de alcance complejo en la MO verbal, y para la lejana, dos de memoria verbal episódica y una de fluidez de palabras.

Fellman *et al.* (2017) estudiaron los efectos de transferencia en 68 participantes asignados de manera aleatoria a un grupo de entrenamiento y de control activo

Para determinar la diferencia entre el impacto del entrenamiento en MO y el control inhibitorio, Maraver, Bajo y Gómez-Ariza (2016) trabajaron con un centenar de universitarios, asignados aleatoriamente a uno de cuatro grupos (control inhibitorio, memoria operativa, control activo y control pasivo) durante dos semanas, en tres sesiones por cada una. En el primero practicaron tareas estilo Stroop, estilo ir/parar y de resolución de conflictos; en el segundo, tareas duales atrás N, búsqueda y actualización de MO; y en el tercero, tres tareas de velocidad de procesamiento. Además, usaron tareas atrás N para determinar la transferencia cercana, el alcance de operaciones para la transferencia intermedia, y para la lejana tareas de control cognitivo de ajuste proactivo/reactivo y matrices de Raven.

Para estimar el grado de transferencia de entrenamiento del control ejecutivo en tres grupos de edades, Karbach, Könen y Spengler (2017) implementaron un programa de cuatro sesiones que consiste en tareas de conmutación para el grupo experimental y, para el control activo, tareas similares, aunque sin demandas de control ejecutivo. La transferencia se midió mediante dos tareas de alcance visoespaciales, razonamiento verbal, velocidad de percepción y conocimiento semántico.

Con el objetivo de desenredar los efectos del entrenamiento sobre la capacidad y la eficiencia de

Debido a que la mayoría de los estudios revisados no han encontrado efectos significativos de transferencia intermedia y lejana, se propone usar prácticas que ofrezcan retos más parecidos a los encontrados en la vida cotidiana

MO, De Simoni y Bastian (2018) trabajaron durante cinco semanas con 197 jóvenes asignados al azar a uno de tres grupos (actualización, enlace ítem a contexto y tareas de búsqueda visual). Para medir la transferencia cercana usaron tareas similares, para la intermedia, tareas de actualización y de enlace de manera cruzada y, para la lejana, pruebas de razonamiento, de desplazamiento, de inhibición y de velocidad de procesamiento. Durante el entrenamiento practicaban por diez minutos un tipo de estímulo diferente para un máximo de 45 minutos por sesión.

En cuanto a los hallazgos principales de los estudios anteriores, Zhao *et al.* (2017) encontraron que la motivación juega un papel modulador en los beneficios del entrenamiento, aunque no se logró la transferencia lejana. En particular, Fellman *et al.* (2017) indican que la especificidad en el sistema de procesamiento de oraciones pudo provocar la falta de efectos del entrenamiento.

Maraver, Bajo y Gómez-Ariza (2016), Karbach, Könen y Spengler (2017) y Adam y Vogel (2018) determinaron que los entrenamientos mediante tareas de control ejecutivo o eficiencia en discriminación visual proveen mejores resultados de transferencia que los paradigmas más usuales. Minear *et al.* (2016) y von Bastian y Eschen (2016) encon-

traron que no hubo diferencias en el uso de tareas adaptativas y no adaptativas, ya que presentar varios niveles de dificultad fue suficiente para obtener mejoras en el entrenamiento.

Foster *et al.* (2017), Linares *et al.* (2019), Redick, Wiemers y Engle (2018) y De Simoni y Bastian (2018) encontraron que los participantes generaron habilidades para implementar estrategias específicas de la tarea y del contenido durante el entrenamiento, más que una mejora de la CMO, lo cual se apoya en los resultados del entrenamiento y de las transferencias obtenidas.

Debido a que la mayoría de los estudios revisados no han encontrado efectos significativos de transferencia intermedia y lejana, se propone usar prácticas que ofrezcan retos más parecidos a los encontrados en la vida cotidiana. Se pretende que el entrenamiento provoque una generalización más amplia, que desaliente efectivamente el uso de estrategias específicas de la tarea, condición de sobra encontrada.

METODOLOGÍA

A partir de un enfoque cuantitativo, se realizó un estudio cuasi-experimental, con un grupo experimental y control activo, longitudinal y prospectivo. Enseguida se presentan las características de las muestras, los instrumentos aplicados y el procedimiento seguido.

Participantes

El muestreo empleado fue del tipo no probabilístico por conveniencia debido a las condiciones existentes en las instituciones participantes. Se trabajó con 29 universitarios de las licenciaturas de Docencia básica y Sistemas computacionales administrativos, de dos instituciones, una particular y una pública. El grupo de control activo se conformó por estudiantes del segundo semestre de Docencia básica y tuvo catorce participantes con una edad promedio de 18.6 años, todas mujeres;

el grupo experimental se integró por estudiantes de octavo semestre de ambas licenciaturas, conformado por doce mujeres y tres hombres, con una edad promedio de 22.8 años. La invitación a participar fue realizada en clase.

Instrumentos

Medición de transferencia intermedia

En este trabajo se han empleado diversas mediciones de la CMO. De acuerdo con Conway *et al.* (2005), una estrategia de investigación adecuada consiste en aplicar múltiples tareas debido a que la varianza compartida de las mediciones es una mejor representación de la CMO. Actualmente, los tipos de tareas más usuales para esto son de alcance complejo, atrás N y detección de cambio.

Según Ellingsen y Engle (2019), en el tipo de alcance, el participante tiene que cambiar su atención entre la memorización y el procesamiento de elementos para luego recuperar los memorizados. En atrás N se presenta al participante una secuencia de ítems, y debe indicar si el actual apareció N veces antes. En la detección de cambio se expone de manera breve un grupo de elementos, seguido de un grupo similar, y el participante debe indicar si uno de ellos es igual o diferente.

En esta investigación se aplicaron tareas de alcance complejo y de atrás 2 con estímulos de ambos dominios, a partir del *software* NeuronsWorkOut aplicado en Esquivel-Gómez *et al.* (2018). Las tareas usadas para el dominio verbal fueron: alcance de lectura, de operaciones, de conteo y atrás 2 verbal; y para el visoespacial: alcance de rotación, de simetría y atrás 2 visual.

Las tareas de alcance manejan cuatro niveles, cada uno de ellos con tres intentos y una cantidad de estímulos a recordar de dos a cinco por cada uno, de acuerdo con el nivel. Entre cada estímulo aparece un elemento distractor, cuya respuesta debe elegirse entre dos opciones. Cuando necesitan recuperarse los estímulos memorizados, deben ingresarse en el orden de aparición para obtener un mayor puntaje.

Así, en la prueba de lectura (*Reading span*) aparece una frase, la cual debe determinarse si es lógica o no, y luego una letra por memorizar. En operaciones (*Operation span*) se muestra una operación aritmética que requiere verificar si es correcta para después almacenar una palabra. En la tarea de conteo (*Counting span*) se despliegan figuras geométricas de tres colores y se pide verificar si la cuenta de círculos azules es un número par o no, para enseguida memorizar esta cuenta. Para la de rotación (*Rotation span*) aparece una letra en posición normal o girada, y se debe indicar si está rotada, y después memorizar una flecha en una de ocho posiciones y de dos tamaños. En simetría (*Symmetry span*) se muestra una matriz con algunas celdas de negro, debe marcarse si es simétrica en su eje vertical, para luego mostrar otra matriz con una celda roja, cuya posición debe recordarse. Las tareas de atrás 2 (*2 Back*), muestran de manera secuencial un número (verbal) o figura (visual), y el participante indica si corresponde a un estímulo aparecido dos antes.

Para las pruebas de alcance se registran las respuestas correctas y ordenadas, el tiempo promedio de reacción y el porcentaje de precisión por cada participante, así como de prueba y nivel. Para obtener el puntaje de memorización se empleó una propuesta similar a la presentada por Conway *et al.* (2005), la cual divide la suma de los

De acuerdo con Conway *et al.* (2005), una estrategia de investigación adecuada consiste en aplicar múltiples tareas debido a que la varianza compartida de las mediciones es una mejor representación de la CMO

cocientes, de respuestas ordenadas y esperadas por cada intento del nivel correspondiente entre el total de intentos. Así, por ejemplo, si un participante logró 6, 9, 10 y 13 respuestas ordenadas, su puntaje se obtiene al dividir la suma de los cocientes $6/2$, $9/3$, $10/4$ y $13/5$ entre doce, que es el total. Para las pruebas de atrás 2, el puntaje se obtuvo al dividir las respuestas correctas entre el total esperado por diez.

Medición de transferencia lejana

Como en varios de los trabajos revisados, se determinó evaluar la inteligencia fluida con las matrices progresivas de Raven (Raven, Raven y Court, 1998), la cual consta de 60 problemas distribuidos en cinco series de doce. La tarea es complementar conjuntos de dibujos en los que falta el último, mediante la elección de varias figuras presentadas. La dificultad incrementa dentro de cada conjunto y entre sí, lo que resulta en puntuaciones directas entre 0 y 60.

Entrenamiento

Se usó el *software* MemoWorkOut, piloteado en Esquivel-Gámez, Aguirre-Aguilar, Barrios-Martínez y Galvez-Buenfil (2020), el cual se conforma por rutinas multimedia con estímulos de ambos dominios, tres niveles de dificultad con tres intentos cada uno, en las que se requiere de 75% de

los aciertos para avanzar al siguiente nivel. Entre cada uno, la dificultad se incrementa con la cantidad de estímulos por memorizar, o bien, con el aumento de la velocidad de despliegue de estímulos. Como enseguida se describe, las rutinas manejan estímulos numéricos, verbales, visuales y espaciales, incorporados en mezclas de actividades de retención, procesamiento, actualización y enlace.

Desactivada: por cada intento, a partir de un dígito inicial se suma o se resta cada uno de los cinco a siete dígitos que aparecen de forma gradual (actualización de dígitos). Después se pide que registre el resultado o el último presentado (procesamiento), según sea el caso; de ser correcto, aparece una flecha orientada a la izquierda o derecha, para que ambos se memoricen (enlace de dígito-símbolo).

Bailando: en cada intento aparecen pares de imágenes de pies (izquierdo o derecho) y flechas (en una de ocho orientaciones) para ser memorizados (enlace de imagen-símbolo) como pasos de baile. Después se muestra un cangrejo del color objetivo y, cuando desaparece, se despliegan aleatoriamente de varios colores, para contar los del color original (actualización de dígitos) y elegir la cantidad correcta entre tres opciones (procesamiento), para finalmente replicar los pasos.

Liguilla: por cada intento se muestran nombres/logotipos de equipos de fútbol con sus puntajes para ser memorizados (enlace símbolo-dígito). Enseguida, durante cuatro ocasiones, se muestran imágenes alusivas al juego para mostrar los goles anotados y recibidos en una jornada, y determinar si los equipos revisados perdieron, empataron o ganaron (procesamiento), además de renovar sus puntajes (actualización de dígitos). Al final, se elige al equipo con el menor puntaje.

Mexicana: en cada intento aparece inicialmente un número telefónico para ser memorizado. Luego se muestra una lista de cantidades de frutas a comprar, las cuales tienen asignado un precio. Conforme se depositan las frutas en una canasta, se tiene que actualizar el total de la compra (actualización de

Como en varios de los trabajos revisados, se determinó evaluar la inteligencia fluida con las matrices progresivas de Raven (Raven, Raven y Court, 1998), la cual consta de 60 problemas distribuidos en cinco series de doce

dígitos). Al terminar, aparece un billete como pago y se tiene que introducir el importe del cambio (procesamiento); si es correcto, se recupera el número telefónico.

Batalla: por cada intento aparece un fuerte militar vacío al que entrarán y saldrán soldados y vehículos militares. La idea es mantener en la memoria varias parejas de tipo y número (enlace símbolo-dígito), al tiempo que se les suma o resta los que ingresan o salen por tipo (actualización de dígitos). Al final, se solicita que ingresen las cantidades remanentes por cada uno de estos.

Cuervos: aparece un alfabeto español y en cada intento vuela un cuervo que lleva una letra, la cual deja caer al final de su vuelo (retención) y es la base para buscar su antípoda (procesamiento). Luego de repetirse varias veces la secuencia anterior, es necesario recuperar las letras originales.

Lotería: aparece un tablero con 16 figuras en cada intento, después se muestran, una a una, barajas con figuras (1 de 54) y se verifica que existan en el tablero. De ser así, se memorizan y se determina si con la última se formó un patrón determinado (procesamiento) para elegirlo a partir de una serie de botones. Independientemente de si fue elegido el patrón, es necesario retener los patrones que ya aparecieron, pues de elegirse nuevamente afecta el puntaje.

Bingo: es similar a Lotería, aunque en este caso el tablero contiene 16 números, en cada intento se escucha uno de estos (1 de 54) y se revisa si existe. Con el último número escuchado, se verifica que se haya formado uno de los patrones previstos (procesamiento) para indicarlo con uno de los botones que aparecen. Es necesario memorizar los números presentados y, por lo tanto, los patrones ya formados.

En particular, las rutinas de Batalla, Bingo, Liguilla y Lotería no tienen separadas las tareas de memorización y procesamiento; además, tanto Bailando como Cuervos no cancelan el intento si la respuesta es incorrecta en la etapa en la que se encuentren, solo se reducen los aciertos. Adicio-

Adicionalmente, se desarrolló un cuestionario en línea para conocer la percepción sobre la dificultad y el desempeño en la resolución de las rutinas, así como para documentar las estrategias usadas durante estas

nalmente, se desarrolló un cuestionario en línea para conocer la percepción sobre la dificultad y el desempeño en la resolución de las rutinas, así como para documentar las estrategias usadas durante estas.

PROCEDIMIENTO

Medición de CMO: para ambos grupos, las dos mediciones se efectuaron con un intervalo de seis meses. La primera se llevó a cabo en un aula de cómputo y la segunda en casa de los participantes, atendidos mediante videoconferencia. En cinco sesiones horarias se aplicaron dos pruebas diarias aproximadamente, en las que se intercaló el dominio verbal y el visoespacial. Para esto, se compartieron las instrucciones y los videos demostrativos correspondientes de manera previa. Además, se les pidió que usaran audífonos para reducir las distracciones provocadas.

Todos iniciaban al unísono el nivel uno de la prueba y esperaban a que los demás concluyeran. Tras resolver las dudas surgidas, se les pedía que concluyeran el resto de los niveles. Los participantes fueron apoyados en dificultades técnicas o de la actividad en todo momento. Las pruebas de atrás 2

solo se pudieron aplicar al grupo experimental en ambas instancias y, luego de la intervención, solo al grupo de control activo. Es importante indicar que al grupo experimental no se le ofreció algún beneficio por participar, mientras que al de control activo se le prometió que el desempeño obtenido en todas las pruebas se reflejaría en la calificación de tres materias, con lo que se esperaba un mejor funcionamiento. Enseguida, se describen las intervenciones aplicadas.

Grupo experimental: se establecieron 15 sesiones de entrenamiento de 35 minutos durante cinco semanas, previas a la segunda medición; en general, se consumió casi una hora por cada rutina (1.5 sesiones). A fin de agilizar la práctica, antes de cada sesión se les compartían las instrucciones y el video demostrativo de la rutina por mensajería instantánea. El orden de ejecución fue alfabético, excepto Bingo y Lotería, que se dejaron al final para reducir la frustración en los participantes, debido al grado de dificultad detectada en Esquivel-Gámez *et al.* (2020).

De la misma manera que en la medición, se solicitaba que usaran audífonos para reducir el efecto del ruido ambiental. Se daba inicio con una bienvenida al grupo, se aclaraba cualquier duda que tuvieran, y después se procedía con la práctica hasta terminar la sesión. Conforme realizaban un intento, el *software* grababa los aciertos por rutina, el nivel y el participante, además de la fecha y la hora. En diversas rutinas, la cantidad de aciertos correspondió a la suma de memorización y procesamiento.

Grupo de control: se mantuvo activo en un taller de redacción de un ensayo argumentativo con un tema elegido por participante, el cual constó de 29 sesiones horarias de trabajo y dos de retroalimentación grupal e individual, distribuidas a lo largo de cinco meses. El taller estuvo compuesto por actividades y recursos alojados en una plataforma Moodle y organizado en las etapas: encuadre, introducción a la argumentación, manejo básico de ensayos, redacción de tres borradores, evaluación y coevaluación del trabajo de una com-

pañera, y desarrollo de la versión final del ensayo académico.

RESULTADOS

Medición: a fin de conocer si existían diferencias significativas en las mediciones de MO según el tratamiento recibido, se llevó a cabo una U de Mann-Whitney mediante SPSS V22.0. Al realizar el contraste de las medias en la preprueba, no se encontró una diferencia significativa entre los grupos, lo que permitió continuar con la conformación inicial de estos.

Para enriquecer el contraste, se obtuvieron promedios por dominio en las pruebas de alcance. Luego de concluir las intervenciones, se calcularon los estadísticos de las diferencias entre medias de grupos emparejados y los tamaños del efecto (ver tabla 1). Se aprecia que el mayor impacto del entrenamiento se manifestó en tareas del dominio visoespacial, las cuales obtuvieron las menores medias durante la preprueba.

Respecto al grupo experimental, las diferencias no tuvieron asociación significativa con la edad ni con el tiempo de entrenamiento usado (ver tabla 2). Al comparar las medias de la posprueba por grupos independientes, para el grupo experimental se lograron tamaños del efecto (Cohen, 1988): de proporción menor para conteo (0.147) y lectura (0.372), mediano para atrás 2 verbal (0.625), operaciones (0.691) y simetría (0.718), y mayor para atrás 2 visual (0.830) y rotación (1.267). Los valores significativos de las diferencias fueron para atrás 2 visual ($Z=-2.206$, $p=.027$) y rotación ($Z=3.001$, $p=.003$).

Por dominio, la comparación intergrupala de la posprueba detectó una diferencia significativa y un mayor tamaño de efecto a favor del grupo experimental en la memoria visoespacial ($Z=-3.236$, $p=0.001$, g de Hedges = 1.376), y no significativa con tamaño mediano para la verbal ($Z=-1.641$, $p=0.101$, g de Hedges = 0.475). Para la prueba de Raven, en comparación similar, la diferencia fue no significativa ($t=1.407$, $p=.171$).

Tabla 1. Descriptivos de las mediciones previas y posteriores a las intervenciones

PRUEBA	GRUPO	PREPRUEBA		POSPRUEBA		DIFERENCIA		
		MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR Z	VALOR P	TAMAÑO DEL EFECTO
Atrás verbal	1	8.07	1.710	9.20	0.941	-1.86	0.063	-0.508 ^g
	2	N/D	N/D	8.57	1.016	N/D	N/D	N/D
Atrás visual	1	7.73	1.981	9.80	0.414	-2.96	0.003	-0.965 ^g
	2	N/D	N/D	8.64	1.906	N/D	N/D	N/D
Conteo	1	0.92	0.108	0.93	0.124	-0.18	0.861	-0.041 ^g
	2	0.90	0.060	0.91	0.137	-1.43	0.152	-0.079 ^g
Lectura	1	0.90	0.117	0.99	0.020	-2.58	0.010	-0.698 ^g
	2	0.94	0.046	0.98	0.031	-2.67	0.008	-0.733 ^g
Operaciones	1	0.88	0.106	0.96	0.028	-1.85	0.064	-0.555 ^g
	2	0.90	0.150	0.87	0.182	-1.60	0.109	0.221 ^g
Rotación	1	0.73	0.178	0.92	0.051	-3.23	0.001	-1.143 ^g
	2	0.67	0.182	0.81	0.108	-2.44	0.030	-0.653 ^d
Simetría	1	0.77	0.166	0.92	0.116	-3.10	0.002	-1.040 ^g
	2	0.78	0.164	0.82	0.145	-0.72	0.487	-0.191 ^d
Raven	1	46.13	7.328	48.13	6.578	-2.19	0.046	-0.564 ^d
	2	43.50	7.643	44.79	6.204	-0.76	0.458	-0.204 ^d

1 = Experimental; 2 = Control activo; N/D = No disponible; g = g de Hedges; d = d de Cohen.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Niveles de asociación entre diferencias de puntajes de las pruebas, tiempo de entrenamiento y edad para el grupo experimental

	EDAD	TIEMPO DE ENTRENAMIENTO	ATRÁS VERBAL	ATRÁS VISUAL	CONTEO	LECTURA	OPERACIONES	ROTACIÓN	SIMETRÍA	RAVEN
Edad	1	0.491	-0.255	-0.424	-0.236	0.176	-0.120	0.057	-0.211	-0.174
Tiempo de entrenamiento		1	-0.058	-0.166	-0.267	0.185	-0.024	-0.047	0.096	-0.332
Atrás verbal			1	.617(*)	0.071	-0.267	-0.382	-0.273	-0.287	-0.134
Atrás visual				1	0.379	0.210	0.179	0.146	0.048	-0.300
Conteo					1	.554(*)	0.453	.539(*)	0.305	0.156
Lectura						1	.785(**)	.898(**)	0.449	0.048
Operaciones							1	.821(**)	0.431	0.275
Rotación								1	0.401	0.122
Simetría									1	0.122
Raven										1

* $p < .05$, ** $p < .01$.

Fuente: elaboración propia.

Entrenamiento: aunque en total se programaron 525 minutos, por ausencia o por retardo, el promedio fue de 474 minutos, plazo que, por falta de tiempo o por desempeño, resultó insuficiente, ya que algunos no completaron todos los juegos. A partir de los resultados se obtuvo por participante: rutina y nivel, las cantidades máximas de aciertos y de intentos; y de todos ellos, los indicadores de calificación, eficiencia y tasa de éxitos. La calificación se obtuvo al dividir el máximo de aciertos obtenidos y de resultados esperados por nivel, mientras que la eficiencia corresponde al cociente de aciertos e intentos entre el máximo de aciertos por nivel y la tasa de éxitos, al dividir las ocasiones en las que lograron 75% de aciertos entre los tres niveles.

Por cada rutina se promediaron los valores de los tres niveles para conocer los descriptivos de los indicadores citados (ver tabla 3) y, al contrastar la diferencia de éxitos entre niveles por cada tarea, se encontró que Batalla tuvo las mayores y Cuervos las menores. Del cuestionario en línea, la

percepción obtenida respecto al desempeño fue de 6.8, mientras que las rutinas más difíciles, en un rango de 1 a 4, fueron: Bingo (3.1), Batalla (3.0) y Lotería (2.6).

Las estrategias con mayor mención fueron: para Bailando: “recrear con mis pies lo que hacía la secuencia”; para Batalla: “repetir color y cantidad de cada objeto, luego de restar y sumar”; para Bingo: “marcar en mi mente las casillas de números ya escuchados”; para Cuervos: “asignar palabras a las letras y formar alguna frase”; para Desactivada: “utilizar mis dedos para las flechas y repetir los números”; para Liguilla: “ordenar de menor a mayor y luego de actualizar puntajes, moverlos de posición”; para Lotería: “memorizar las casillas de las figuras que ya habían aparecido” y para Mexicana: “repetir continuamente el número telefónico”.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En función del objetivo principal, se destaca que para el grupo entrenado se logró

Tabla 3. Medias de los indicadores obtenidos de las rutinas

	CALIFICACIÓN	EFICIENCIA	TASA DE ÉXITOS
RUTINA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
Bailando	.86	.43	.64
Batalla	.63	.26	.44
Bingo	.74	.48	.36
Cuervos	.86	.71	.62
Desactivada	.71	.35	.44
Liguilla	.87	.38	.44
Lotería	.72	.46	.31
Mexicana	.81	.48	.73
Global	.78	.45	.50

Fuente: elaboración propia.

significancia en la diferencia de resultados y un tamaño de efecto mayor para la prueba de atrás visual, acorde con Minear *et al.* (2016); sin embargo, para la prueba similar con estímulos verbales no fue significativo, a diferencia de los resultados de Redick, Wiemers y Engle (2018) para ambos grupos entrenados en su prueba 3 atrás verbal.

En la tarea de alcance de conteo no se logró una diferencia significativa, quizá porque en la preprueba se consiguieron los mayores resultados, cercanos al máximo. Para la tarea de lectura, sí se encontró una diferencia significativa, así como la mayor media de todas las mediciones, lo que puede deberse a que los estímulos usados en la retención y el procesamiento corresponden a elementos asociados a habilidades cristalizadas (Fellman *et al.*, 2017). A diferencia de ellos, Minear *et al.* (2016) y Maraver, Bajo y Gómez-Ariza (2016) obtuvieron una diferencia significativa en sus grupos entrenados, al medir con una tarea de alcance de operaciones; para el presente trabajo no se lograron resultados positivos.

En relación con las tareas complejas del dominio visoespacial, alineados a Minear *et al.* (2016), para su grupo entrenado con tareas atrás N espacial obtuvieron diferencias altamente significativas y tamaños de efecto mayor en las tareas de simetría y rotación. A pesar del tamaño de la muestra, los resultados no llegan a ser concluyentes; en la prueba de razonamiento inductivo figurativo, sí se logró diferencia significativa, como en el grupo entrenado con tareas de control inhibitorio, por Maraver, Bajo y Gómez-Ariza (2016).

En cuanto al objetivo secundario de comparar los efectos de ambos grupos para la posprueba, no se obtuvo diferencia significativa en la tarea atrás 2 verbal,

a diferencia de Zhao *et al.* (2017), quienes trabajaron con un tamaño de muestra similar, a favor de su grupo de alta motivación. En concordancia con Maraver, Bajo y Gómez-Ariza (2016), se logró una diferencia significativa en las medidas de la tarea atrás N visoespacial, aunque los autores midieron varios niveles.

Asimismo, en concordancia con Minear *et al.* (2016), no se obtuvo una diferencia significativa en las medidas de alcance de lectura y simetría. En la primera, quizá porque el grupo de control manejó continuamente actividades de lectoescritura, lo cual pudo haber influido en su desempeño. En la segunda, la diferencia estuvo cercana al nivel de significancia; con una muestra de mayor tamaño podría lograrse en una futura intervención.

Además, en comparación con Maraver, Bajo y Gómez-Ariza (2016), quienes alcanzaron un tamaño de efecto mayor en la tarea de operaciones, entre un grupo entrenado y uno pasivo, así como Minear *et al.* (2016), Linares *et al.* (2019) y Fellman *et al.* (2017),

Para la tarea de lectura, sí se encontró una diferencia significativa, así como la mayor media de todas las mediciones, lo que puede deberse a que los estímulos usados en la retención y el procesamiento corresponden a elementos asociados a habilidades cristalizadas

tampoco se obtuvo significancia en la diferencia de resultados en tarea similar. En el presente caso, puede deberse a que el procesamiento representa una gran carga cognitiva para la muestra estudiada, similar a la usada en Esquivel-Gómez, Barrios-Martínez y Galvez-Buenfil (2020).

De acuerdo con Karbach, Könen y Spengler (2017), el entrenamiento sí produjo mejoras en la tarea de alcance de simetría y, al comparar las medias agrupadas por dominio, fue evidente la mejora en el dominio visoespacial. En su caso, los autores encontraron efectos de compensación; esto es, los niveles iniciales estuvieron más correlacionados con las ganancias del grupo entrenado, lo que puede implicar efectos asociados al entrenamiento y, aunque se lograron asociaciones similares en este estudio, no son representativas debido al tamaño de la muestra.

A diferencia de Maraver, Bajo y Gómez-Ariza (2016), quienes usaron tareas de control inhibitorio, y en concordancia con Adam y Vogel (2018), Foster *et al.* (2017), Minear *et al.* (2016), Zhao *et al.* (2017) y von Bastian y Eschen (2016), no se logró

una diferencia significativa en el razonamiento inductivo figurativo.

En relación con el objetivo orientado a estimar el nivel de dificultad que representó cada rutina, se encontró que Mexicana, Bailando y Cuervos impusieron un menor reto; posiblemente debido a que en Mexicana se requiere memorizar el número telefónico que va de cinco a siete dígitos, conforme se avanza de nivel; mientras que en Bailando, las repeticiones de la secuencia de pasos disminuyen según se avanza de nivel, con lo cual tuvieron varias oportunidades de memorizar los estímulos, y en Cuervos es muy simple, pues se trata de memorizar un grupo de letras del alfabeto y buscar la letra antípoda como actividad distractora.

Las rutinas de mayor complicación fueron Batalla, Lotería y Bingo. En la primera porque los estímulos ingresan o salen muy juntos, y en Lotería y Bingo debido a que se requiere actualizar estímulos visoespaciales, además de decidir dentro de un tiempo breve si se ha formado un patrón elegible.

La mayor cantidad de intentos se presentó en rutinas que tardan menos en que el participante falle (Bailando, Batalla y Desactivada), de ahí que la eficiencia fue mayor en Cuervos y menor para Batalla, por la calificación alcanzada y por el número de intentos. Los resultados anteriores estuvieron en línea con las respuestas al cuestionario, ya que indicaron que Bingo y Lotería fueron las más difíciles, y Mexicana y Cuervos las más fáciles.

Para responder al objetivo asociado a conocer las estrategias usadas en la memorización, como en Minear *et al.* (2016), en la rutina de Cuervos indicaron haber asignado palabras a las letras para formar frases. Por otro lado, como en el estudio de Morrison *et al.* (2016), en Batalla, Mexicana, Desactivada y Liguilla, usaron

De acuerdo con Karbach, Könen y Spengler (2017), el entrenamiento sí produjo mejoras en la tarea de alcance de simetría y, al comparar las medias agrupadas por dominio, fue evidente la mejora en el dominio visoespacial

la estrategia de ensayo para recordar números. En las rutinas de Bingo y Lotería, indicaron haber hecho un uso frecuente de la estrategia de dibujar patrones conforme aparecían los estímulos. Finalmente, sobre los pasos en Bailando y las flechas en Desactivada, emplearon partes de su cuerpo para memorizar, orientadas al efecto de promulgación, el cual sugiere que determinados atributos en el sistema motor y perceptivo del cuerpo pueden impactar en la habilidad de recordar.

CONCLUSIONES

Con excepción del tamaño pequeño de las muestras, las pautas recomendadas por la literatura de entrenamiento fueron seguidas: usar grupo de control activo en lugar de pasivo, no denominar entrenamiento cerebral a la intervención, aplicar varias mediciones de transferencia intermedia, y asignar una hora y media diaria para estas.

A partir de los objetivos inicialmente planteados, se concluye que las diferencias entre los grupos en la posprueba pueden atribuirse al tratamiento y no a efectos de otras variables, por la similitud en los puntajes de ambos grupos, previos a la intervención. Además, en relación con el objetivo principal, se lograron diferencias significativas para varias tareas, principalmente para las del dominio visoespacial y el razonamiento inductivo figurativo. Usar rutinas conformadas por tareas estructuralmente distintas a las empleadas para medir, con una mayor variabilidad de acciones y estímulos, pudo contribuir a los resultados.

Respecto al segundo de los objetivos, no se logró una transferencia intermedia y lejana en la mayoría de las pruebas, excepto en las de corte visoespacial. Similar a los

A partir de los objetivos inicialmente planteados, se concluye que las diferencias entre los grupos en la posprueba pueden atribuirse al tratamiento y no a efectos de otras variables, por la similitud en los puntajes de ambos grupos

estudios revisados, el tiempo de entrenamiento no se asoció al nivel de mejora, ni este con el esquema de motivación, ya que el grupo más motivado obtuvo menores ganancias.

En cuanto al tercer objetivo, las rutinas de entrenamiento que ofrecieron mayor dificultad fueron las que requieren mantener y actualizar patrones visoespaciales, así como decidir rápidamente si se trata de uno elegible. En cambio, las de menor complicación fueron las que requieren memorizar y procesar estímulos sencillos.

Sobre el último objetivo, las estrategias que se reportaron fueron, en su mayoría, similares a las de los estudios que también las recabaron. Finalmente, se requiere que los resultados se traten con cierta reserva debido al tamaño de muestra empleado; por ello, como línea de trabajo futuro se plantean intervenciones adicionales en las que, además de aumentar su tamaño, se solicite incrementar la dificultad de las rutinas más fáciles, se aplique un mayor número de sesiones y una variedad de rutinas, a fin de reducir la repetición de estrategias y que, además, se enriquezca la

medición de la transferencia intermedia con tareas de actualización de MO, y lejana con mediciones adicionales de razonamiento. *a*

REFERENCIAS

- Adam, C. S. & Vogel, E. K. (2018). Improvements to visual working memory performance with practice and feedback. *PLoS one*, 13(8), e0203279. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203279>
- Au, J.; Sheehan, E.; Tsai, N.; Duncan, G. J.; Buschkuhl M. & Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22, 366-377. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0699-x>
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Conway, A.; Kane, M.; Bunting, M. F.; Hambrick, Z.; Wilhelm, O. & Engle, R. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769-786. <https://doi.org/10.3758/BF03196772>
- De Simoni, C. & von Bastian, C. (2018). Working memory updating and binding training: Bayesian evidence supporting the absence of transfer. *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(6), 829-858. <https://doi.org/10.1037/xge0000453>
- Ellingsen, V. J. & Engle, R. W. (2019). Cognitive Approaches to Intelligence, en R. J. Sternberg (ed.), *Human intelligence: An introduction*. Cambridge University Press.
- Esquivel-Gómez, I.; Martínez-Olvera, W.; Galvez-Buenfil, K. E.; Barrios-Martínez, F. L.; López-Azamar, B.; Córdoba-Del Valle, R. y Medina-Cruz, H. (2018). NeuronsWorkOut: experiencias en su aplicación para medir la capacidad de la memoria operativa, en I. Esquivel-Gómez, G. Aguirre, R. Edel y J. Balderrama (coords.), *Memoria operativa: medición y propuesta para su desarrollo, apoyadas en TIC*. Ciudad de México: Porrúa Print.
- Esquivel-Gómez, I.; Aguirre-Aguilar, G.; Barrios-Martínez, F. L. y Gálvez-Buenfil, K. E. (2020). Entrenamiento de la memoria de trabajo: propuesta basada en tareas automatizadas, en R. I. García López, J. A. Armenta, A. L. Rodríguez y M. A. M. Varela (coords.), *Investigaciones sobre ambientes educativos mediados por tecnología*. Ciudad de México: Clave editorial.
- Esquivel-Gómez, I.; Barrios-Martínez, F. L. y Gálvez-Buenfil, K. E. (2020). Memoria operativa, ansiedad matemática y habilidad aritmética en docentes de educación básica en formación. *Revista de Educación Matemática*, 32(2), 121-149. <https://doi.org/10.24844/em3202.05>
- Fellman, D.; Soveri, A.; Waris, O. & Laine, M. (2017). Training of Verbal Working Memory at sentence level Fails to show Transfer. *Frontiers in Communication*, 2(14). <https://doi.org/10.3389/fcomm.2017.00014>
- Foster, J. L.; Harrison, T. L.; Hicks, K. L.; Draheim, C.; Redick, T. S. & Engle, R. W. (2017). Do the effects of working memory training depend on baseline ability level? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 43(11), 1677. <https://doi.org/10.1037/xlm0000426>
- Guye, S.; De Simoni, C. & von Bastian, 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, S. C.; Bavelier, D.; Kramer, A.; Vinogradov, S.; Ansoorge, U.; Ball, K. & Witt, C. (2019). Improving methodological standards in behavioral interventions for cognitive enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(1), 2-29. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0115-y>
- Karbach, J.; Könen, T. & Spengler, M. (2017). Who benefits the most? Individual differences in the transfer of executive control training across the lifespan. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(4), 394-405. <https://doi.org/10.1007/s41465-017-0054-z>
- Linares, R.; Borella, E.; Lechuga, M. T.; Carretti, B. & Pelegrina, S. (2019). Nearest transfer effects of working memory training: A comparison of two programs focused on working memory updating. *PLoS one*, 14(2), e0211321. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211321>
- Maraver, M. J.; Bajo, M. T. & Gómez-Ariza, J. C. (2016). Training on working memory and inhibitory control in young adults. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 588. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00588>
- Melby-Lervåg, M.; Thomas S. & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of "far transfer": Evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11, 512-534. <https://doi.org/10.1177/1745691616635612>
- Minear, M.; Brasher, F.; Guerrero, C. B.; Brasher, M.; Moore, A. & Sukeena, J. (2016). A simultaneous examination of two forms of

- working memory training: Evidence for near transfer only. *Memory & Cognition*, 44(7), 1014-1037. <https://doi.org/10.3758/s13421-016-0616-9>
- Miyake, A. & Shah, P. (eds.). (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Morrison, A. B.; Rosenbaum, G. M.; Fair, D. & Chein, J. M. (2016). Variation in strategy use across measures of verbal working memory. *Memory & Cognition*, 44, 922-936. <https://doi.org/10.3758/s13421-016-0608-9>
- Redick, T. S.; Wiemers, E. A. & Engle, R. W. (2019). The role of proactive interference in working memory training and transfer. *Psychological Research*, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s00426-019-01172-8>
- Von Bastian, C. & Eschen, A. (2016). Does working memory training have to be adaptive? *Psychological research*, 80(2), 181-194. <https://doi.org/10.1007/s00426-015-0655-z>
- Von Bastian, C. & Oberauer, K. (2013). Distinct transfer effects of training different facets of working memory capacity. *Journal of Memory and Language*, 69(1), 36-58. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2013.02.002>
- Von Bastian, C. & Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: a review. *Psychological Research*, 78, 803-820. <https://doi.org/1007/s00426-013-0524-6>
- Raven, J. C. & Court, J. H. (1998). *Manual for Raven's progressive matrices and vocabulary scales*. Oxford: Oxford Psychologists.
- Soveri, A.; Antfolk, J.; Karlsson, L.; Salo, B. & Laine, M. (2017). Working memory training revisited: A multi-level meta-analysis of n-back training studies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24, 1077-1096. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1217-0>
- Zhao, X.; Xu, Y.; Fu, J. & Maes, J. H. R. (2018). Are training and transfer effects of working memory updating training modulated by achievement motivation? *Memory & cognition*, 46(3), 398-409. <https://doi.org/10.3758/s13421-017-0773-5>



Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Esquivel Gámez, Ismael. (2021). Memoria operativa: efectos de su entrenamiento basado en rutinas multimedia. *Apertura*, 13(1), pp. 68-85. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1941>