

Transferencia intermodal de los efectos de un entrenamiento sobre la memoria de trabajo

Intermodal transfer of the training effects on working memory

Brenda Lizeth Quijano-Ortiz ^a, Fernanda Belén Durán-Pérez ^b, Jesús Cisneros Herrera ^c,
Gelacio Guzmán-Díaz ^d

Abstract:

Working memory (WM) is the set of mental processes responsible for the temporary storage and manipulation of information for a specific task. It is made up of various systems whose hierarchical organization and coordination allow the manipulation of information. For several decades, and continuing to the present day, it has been found that working memory can be enhanced with training (Baddeley & Hitch, 1974; Pelegrina et al., 2016). To determine the transfer of the effects of working memory training with visual stimuli to a task with auditory stimuli, a design was implemented with two experimental groups (EG1 and EG2) and one control group (CG). Thirty-six young adults aged 16 to 22 participated in three phases that took place over three or six sessions, depending on the group: pre-test, training, and post-test. The training task consisted of participants pointing to yellow geometric shapes in the order presented. The cross-modal effect of training was assessed in terms of the scores obtained on the Letter-Number Sequencing subtest of the test WAIS-IV. Data were analyzed using the non-parametric Kruskal-Wallis and Wilcoxon tests. The results showed an increase in working memory for participants in groups GE1 and GE2 in the pre- and post-test comparisons, but not statistically significant differences were observed when comparing the post-test results of GE1, GE2, and control group (CG). Thus, the results partially support the existence of cross-modal transfer of the training effects on working memory.

Keywords:

Working memory, visual and auditory stimuli, cognitive psychology, working memory training.

Resumen:

La memoria de trabajo (MT) es el conjunto de procesos mentales encargados del almacenamiento y la manipulación de la información de manera temporal para una tarea específica. Está conformada por diversos sistemas cuya organización jerárquica y coordinación permite la manipulación de la información. Desde hace varias décadas y hasta la actualidad, se ha encontrado que la memoria de trabajo puede aumentar con el entrenamiento (Baddeley & Hitch, 1974; Pelegrina et al., 2016). Con el objetivo de determinar la transferencia de los efectos de un entrenamiento sobre la memoria de trabajo con estímulos visuales a una tarea con estímulos auditivos, se realizó un diseño con dos grupos experimentales (GE1 y GE2) y un grupo control (GC). Participaron 36 jóvenes de 16 a 22 años en tres fases que transcurrieron en tres o seis sesiones, dependiendo del grupo perteneciente: pre-prueba, entrenamiento y post-prueba. La tarea de entrenamiento consistió en que los participantes señalaran las figuras geométricas amarillas, de acuerdo con el orden que se le presentó. El efecto intermodal del entrenamiento se evaluó en términos del resultado del puntaje obtenido en la subprueba Sucesión de Números y Letras de WAIS-IV. Los datos fueron analizados de acuerdo con las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Wilcoxon. Los resultados mostraron un incremento en la memoria de trabajo de los participantes del GE1 y GE2 en las comparaciones pre- y post-test, pero al comparar los resultados post-test de GE1, GE2 y GC no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Así, los resultados apoyan parcialmente la existencia de una transferencia intermodal de los efectos de un entrenamiento sobre la memoria de trabajo.

Palabras Clave:

Memoria de trabajo, estímulos visuales y auditivos, psicología cognitiva, entrenamiento de la memoria de trabajo.

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Atotonilco de Tula | Atotonilco de Tula | Hidalgo | México,

<https://orcid.org/0000-0002-7363-2207>, Email: qu338332@uaeh.edu.mx

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Atotonilco de Tula | Atotonilco de Tula | Hidalgo | México,

<https://orcid.org/0000-0002-6348-4503>, Email: du419152@uaeh.edu.mx

^c Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Atotonilco de Tula | Atotonilco de Tula |

Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0003-1370-8086>, Email: jesus_cisneros@uaeh.edu.mx

^d Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Atotonilco de Tula | Atotonilco de Tula | Hidalgo | México,

<https://orcid.org/0000-0003-4869-8658>, Email: gelacio_guzman@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 08/09/2025, Fecha de aceptación: 03/03/2026, Fecha de publicación: 05/01/2026

DOI: <https://doi.org/10.29057/esat.v13i26.15964>



Introducción

La memoria de trabajo (MT) es el proceso cognitivo que se encarga de la manipulación y almacenamiento de la información de forma temporal para realizar una tarea específica (Manes y Torralba, 2005). Interviene de manera significativa en habilidades de pensamiento y aprendizaje, como la comprensión del lenguaje (Santiago et al., 2006, como se cita en Hernández, 2012). Además, es posible mejorar la capacidad de la MT con la práctica mejorando en habilidades como las matemáticas (González et al., 2016). La MT es necesaria para que otros procesos más complejos se lleven a cabo como el razonamiento, el aprendizaje y la comprensión del lenguaje (véase Hernández, 2012).

Dada la importancia de la MT, se han hecho diversos estudios en los que se busca mejorarla en niños con algún trastorno, como el de déficit de atención, en los que se han encontrado aumentos significativos tanto en la MT como en el rendimiento escolar (p. ej., González et al., 2016; Stelzer et al., 2013). Por ejemplo, Stevens et al. (2016) combinaron el entrenamiento en MT con técnicas de neuroimagen funcional en una intervención con adolescentes diagnosticados con TDAH. Los resultados mostraron un aumento en la activación de regiones frontoparietales durante la realización de tareas de memoria, lo cual se correlacionó con mejoras en el funcionamiento cognitivo general y en la reducción de síntomas clínicos asociados al trastorno. Por otro lado, Titz y Karbac, (2014) indican que diversas investigaciones muestran que la estimulación de la memoria de trabajo, tanto en niños como en adultos, se asocia con mejoras significativas en habilidades académicas. El lenguaje, los conocimientos anteriormente adquiridos, la historia personal y los procesos de aprendizaje son componentes clave para comprender el funcionamiento cognitivo (Ballesteros, 1999, 2012; Abeleira, 2013; Gazzaniga et al., 2014; Varela et al., 2005 como se cita en Félix et al., 2018).

En latinoamérica se muestra consistentemente que las dificultades en la MT se asocian con problemas en el aprendizaje. En Colombia estudiantes de 7 a 15 años con dislexia presentan un desempeño reducido en la MT, mostrando un aprendizaje más lento teniendo problemas en la formación de morfemas y la evocación fonológica (Quinteros et al., 2022). En Argentina se ha encontrado que los niños muestran mayor dificultad para manipular la MT y sostener la atención (Barreyro et al., 2020). Por otra parte, en Chile estudiantes entre 10 y 17 años con trastorno por déficits de atención e hiperactividad presentan déficits en la MT vinculados a dificultades de la atención y de aprendizaje (Milla y Gatica, 2020).

Baddeley y Hitch (1974) propusieron un modelo multicomponente de la memoria de trabajo, en el que la concibe como el conjunto de procesos mentales encargados del almacenamiento y la manipulación de la

información de manera temporal. Aunque existen modelos más recientes de memoria de trabajo, el modelo multicomponente de 1974 sigue siendo de los más útiles para investigación, su estructura basada en el ejecutivo central, el bucle fonológico y la agenda visoespacial, permite analizar de manera diferenciada los procesos cognitivos. Baddeley (2000) amplió el modelo incorporando el búfer episódico, los tres componentes originales siguen siendo los más operativos y validados en contextos clínicos y educativos, las investigaciones sobre TDAH y dificultades de aprendizaje se basan en este modelo. La MT funciona en relación con la percepción, la atención, la memoria de largo plazo y la acción (Baddeley, 1992). La MT está conformada por diversos sistemas organizados de forma jerárquica entre sí y coordinados. Sus componentes son: el ejecutivo central, el bucle fonológico o articulatorio, la agenda visoespacial y el almacén episódico.

Figura 1

Componentes de la memoria de trabajo



El ejecutivo central es el componente más importante del sistema, pues se encarga de controlar y gestionar el funcionamiento de los demás elementos de la MT, y de focalizar la atención y controlar la conducta. Realiza cuatro funciones ejecutivas: 1) dirige la atención hacia la realización de la tarea en curso, 2) divide la atención y coordina la relación entre dos o más tareas simultáneas, 3) cambia flexiblemente el foco atencional entre tareas, 4) activa y recupera la información de la memoria a largo plazo (Ballesteros, 1999; Pelegrina et al., 2016).

El bucle fonológico se encarga de conservar transitoriamente la información auditiva y repasa continuamente la información verbal para mantenerla disponible a lo largo de la realización del trabajo cognitivo. Está conformado por el sistema de control articulatorio cuya función es la actualización de los estímulos mediante la repetición subvocal. Dichos estímulos se encuentran en el otro elemento que compone al bucle articulatorio, el almacén fonológico, el cual es un sistema

de almacenamiento de información verbal (Ballesteros, 2012; Pelegrina et al., 2016).

El retén episódico es el medio por el cual la MT se conecta con la memoria a largo plazo y obtiene de ella la información que se requiere para llevar a cabo la tarea. Este sistema de almacenamiento temporal mantiene un enlace entre los distintos subsistemas, a los que conecta con la memoria a largo plazo, lo que permite la combinación de información (Baddeley, 2000).

La agenda viso-espacial es un subsistema que manipula y conserva información visual y espacial del ambiente en el que se encuentra el sujeto. En tareas de recuerdo inmediato de localizaciones, se pierde poca información, a menos que haya alguna tarea distractora durante la fase de mantenimiento (Ballesteros, 2012; Pelegrina et al., 2016).

En la investigación de la MT, dos de las tareas más empleadas en contextos de entrenamiento cognitivo son las *complex span* y las *n-back*. Las primeras requieren que el individuo recuerde secuencias de ítems mientras realiza una tarea secundaria, midiendo la capacidad de almacenamiento y procesamiento simultáneo, mientras que las segundas evalúan la actualización continua de la información al exigir que se identifique si un estímulo coincide con otro presentado varios pasos atrás (Baddeley & Hitch, 1974; Redick et al., 2013).

Anteriormente se consideraba que la capacidad de la memoria de trabajo era una característica fija. En investigaciones recientes se ha demostrado que hay una mejora por medio de programas de entrenamiento cognitivo estructurado. En estas revisiones se presentan incrementos significativos en el rendimiento de la MT tras intervenciones específicas especialmente en el contexto educativo (p. ej., Rodas et al., 2024; Song et al., 2023). Hay aproximaciones que plantean estrategias de codificación, mantenimiento y recuperación de información en particular como el uso del repaso (repetición); la generación de imágenes mentales; la elaboración semántica en la codificación, además de las estrategias que pueden llegar a relacionar situaciones de la vida diaria en la cual la persona las emplea para retener ciertos conjuntos de información, entre otras (Pelegrina et al., 2016).

Van der Donk et al. (2013) plantean que una limitación en la estimulación de la MT se encuentra en el uso de tareas únicas para su evaluación, lo que deja en duda si el rendimiento mejorado plantea un cambio o únicamente refleja la práctica en la tarea específica o a una capacidad general mejorada. Para el entrenamiento de la memoria se debe tener en cuenta la estructura del material a recordar, es decir, la información esquematizada se puede codificar con mayor facilidad. La organización y categorización de la información y el conocimiento previo del sujeto influyen en aquellos esquemas que se generen,

las habilidades del uso en procesos de retención y recuperación (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005).

Para la estimulación de la MT, Nieves et al. (2018) proponen el paquete de memoria del portal Cambridge Brain Sciences el cual contiene 4 actividades: 1) retención espacial: evalúa la capacidad viso-espacial de la MT para recordar y reproducir una secuencia de ubicaciones espaciales en la pantalla; 2) retención de dígitos: utilizada para medir la capacidad de la memoria de trabajo para el almacenamiento de la información numérica; 3) *Monkey Ladder*: evalúa la capacidad para manipular información numérica presentada de manera visual; exige el almacenamiento temporal de la información, organización secuencial y actualización mental de la posición de los estímulos (Inoue & Matsuzawa, 2007). 4) Pares asociados: Se debe recordar pares de elementos y emparejarlos correctamente.

Como antes se mencionó, un aspecto importante en la comprensión de la MT es si se trata de una capacidad cognitiva que se aplica en tareas que implican información de distinta modalidad sensorial (auditiva vs visual) o si es específica a cada tarea. En otras palabras, la pregunta es si ¿un mayor rendimiento de la MT en una tarea se relaciona con un mayor rendimiento de la MT en otra tarea distinta? O bien, aumentar la MT por medio de un entrenamiento en una tarea implica que este aumento se transfiere a tareas nuevas o la MT se debe entrenar para estas nuevas tareas específicas. De acuerdo con Dahlin et al. (2008), sí se da una transferencia del rendimiento de la MT entre tareas, pero “el grado de transferencia depende del solapamiento entre las demandas cognitivas de la tarea entrenada y la no entrenada” (p. 725). En tanto que la tarea nueva incluye estímulos que ya son conocidos para los individuos, la MT puede operar en su máxima capacidad.

Así, la MT se conforma de diversos sistemas organizados y coordinados, cuya función principal es la manipulación, almacenamiento temporal, recuperación de la información y la regulación de la atención. Van der Donk et al. (2013) plantea que una limitación en la estimulación de la memoria de trabajo se encuentra en el uso de tareas únicas para su evaluación, lo que deja en duda si el rendimiento mejorado plantea un cambio o únicamente refleja la práctica de las tareas parecidas a las tareas semejantes. Por su parte, Redick et al. (2015) plantean que el entrenamiento de la MT genera beneficios limitados ya que presenta ganancias específicas en tareas de MT. El objetivo de este trabajo es determinar los efectos de un entrenamiento de la MT empleando una tarea con estímulos visuales a) sobre la ejecución de esta misma tarea y b) sobre la ejecución de otra tarea con estímulos auditivos (transferencia intermodal). La premisa de la que parte este trabajo es que la MT es una capacidad general y que, por lo tanto, un aumento en su capacidad puede transferirse a tareas nuevas siempre y

cuando no impliquen estímulos desconocidos para los individuos.

Método

Se llevó a cabo una investigación cuasi-experimental con medidas pre-test y pos-test, con un grupo de control y dos grupos experimentales para evaluar el efecto de dos entrenamientos que variaron en su duración y número de sesiones.

Participantes

Se obtuvo una muestra por conveniencia en la Escuela Superior de Atotonilco de Tula, se invitó a participar a los jóvenes que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos: identificar colores, conocer figuras geométricas y saber leer. Participaron voluntariamente 36 jóvenes asignados aleatoriamente a tres grupos de 12 participantes: el grupo control (GC), y dos grupos experimentales (GE1 y GE2). Del total de los participantes el 63.89% fueron del sexo femenino y el 36.11% del sexo masculino, la edad promedio fue de 19 años, en un rango de 16 a 22 años; de ellos, 15 eran menores de edad.

Materiales e instrumentos

Se utilizó una Laptop para la presentación de la tarea, así como para la elaboración y el procesamiento de datos. Los instrumentos se aplicaron en una habitación de 3x3 m cuyas condiciones ambientales fueron controladas para evitar cualquier tipo de distracción, la puerta se mantuvo cerrada, reduciendo el ruido externo, una iluminación constante. En el espacio se encontraba una mesa y dos sillas, una para el participante y otra para el aplicador, quien fue uno de los investigadores, una enfrente de otra.

La Tarea Colores fue diseñada por las dos primeras autoras con base en las tareas reportadas en la literatura como la de Herdt y Pohl (2018), quienes propusieron un programa de estimulación de la memoria de trabajo en niños de sala de 5 años, orientado a los componentes de la memoria de trabajo. La Tarea Colores consistió en presentar al participante, de manera individual, 8 ensayos con series de figuras de distintas formas geométricas y colores, todas del mismo tamaño. Durante 5 segundos aparecía en la pantalla una figura tras otra de la serie. De cada serie el participante debía recordar el orden de aparición de las figuras meta, las cuales eran de color amarillo e ignorar las demás figuras de otros colores (azul y rojo). Al terminar la presentación de cada serie, se les presentó otra pantalla en la que estaban los mismos estímulos de la serie, ordenados en una línea horizontal de manera aleatoria. En esa pantalla debían seleccionar con el mouse las figuras amarillas en el orden de presentación. El número de figuras de cada serie varió entre 5 y 12, de las cuales el número de figuras amarillas

que debían recordar varió entre 3 y 5. La dificultad de la tarea aumentó progresivamente con cada serie: se incluye un estímulo más.

En la serie 1 los elementos presentados fueron 5, de los cuales los estímulos meta a recordar eran 3.

Serie 2 compuesta por 6 elementos, con 3 figuras meta. Serie 3: compuesta por 7 elementos, con 3 figuras meta. Serie 4: integrada por 8 elementos, con 4 figuras meta. Serie 5: compuesta por 9 elementos, con 4 figuras meta. Serie 6: compuesta por 10 elementos, con 4 figuras meta. Serie 7: compuesta por 11 elementos, con 5 figuras meta. Serie 8: integrada por 12 elementos, con 5 figuras meta.

El participante tenía 10 segundos para seleccionar los estímulos meta. Si recordaba correctamente el orden de los estímulos meta, se le presentaba la siguiente serie. En el entrenamiento, en caso de error, retrocedía a una serie anterior (no con los mismos estímulos, sino del mismo nivel de dificultad) hasta lograr la ejecución correcta. En las evaluaciones pre-test y post-test, por cada nivel de dificultad resuelto correctamente, se le otorgó un punto al participante, y la puntuación que obtenían provenía del número de ensayos resueltos correctamente; después de equivocarse dos veces consecutivas en una serie, se terminaba la evaluación.

Entrenamiento. Con el GE1, se llevaron a cabo 3 sesiones de entrenamiento en el curso de una semana. Con el GE2, se llevaron a cabo 6 sesiones de entrenamiento en el curso de dos semanas. Cada sesión de entrenamiento tuvo una duración de 5 repeticiones. Como se presenta en la tabla 1. El grupo control no fue convocado más que para las evaluaciones pre-test y post-test.

Tabla 1

Diseño Experimental con medición pre-prueba y post-prueba con grupo control y dos grupos experimentales

Grupo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total de sesiones
GE1	Preprueba	3 sesiones	-	Postprueba	3
GE2	Preprueba	3 sesiones	3 sesiones	Postprueba	6
GC	Preprueba	-	-	Postprueba	0

Nota: Todas las sesiones de entrenamiento tuvieron una duración de 5 minutos. La pre-prueba y post-prueba incluyeron la subprueba Sucesión de Números y Letras y la Tarea Colores para todos los grupos.

Sucesión de Números y Letras, subprueba de WAIS-IV (Wechsler, 2014). Evalúa la memoria de trabajo. Consiste en que el examinador lea en voz alta una serie de números y letras a razón de uno por segundo. El instrumento consiste en leer al participante una secuencia de números y letras, solicitando que las recuerde siguiendo dos criterios: los números en orden ascendente y las letras en orden alfabético. Es decir, el participante debe enunciar primero los números y luego las letras, respetando el orden indicado. La subprueba está conformada por 10 reactivos, cada uno con tres ensayos,

los cuales no se repiten, incluso si el participante lo solicita. La aplicación y calificación se apegó a las instrucciones de la prueba. Las puntuaciones naturales fueron convertidas a puntuaciones estándar, y estas son las que se reportan en los resultados.

Procedimiento

La aplicación de instrumentos y el entrenamiento se llevó a cabo en el curso de cuatro semanas.

En la semana uno se evaluó con la preprueba el desempeño de los participantes de los tres grupos aplicando la Tarea Colores y Sucesión de Números y Letras, subprueba de WAIS-IV (Wechsler, 2014). Durante la semana dos, los grupos experimentales comenzaron su entrenamiento de la Tarea Colores, el GE1 cumplió con sus 3 sesiones, el GE2 realizó sus primeras 3 sesiones, en la semana tres, el GE2 continuó con el entrenamiento completando 3 sesiones adicionales (para un total de 6), mientras que el GC y GE1 no tuvieron intervención. Cabe destacar que el GC no recibió entrenamiento en ninguna etapa del estudio.

Todas las sesiones de entrenamiento tuvieron una duración estandarizada de 5 minutos. Una vez concluidas las sesiones de entrenamiento, todos los participantes fueron expuestos a la fase de post-prueba con ambos instrumentos utilizados en la fase inicial.

Consideraciones éticas

Se explicó a los participantes de manera oral y a través de una carta de consentimiento informado que su permanencia en la investigación era voluntaria y que podían cancelar su participación en el momento que así lo desearan. También garantizó la confidencialidad de sus datos y el anonimato de su participación. Los participantes firmaron la carta de consentimiento informado. En el caso de los menores de edad, firmaron una carta de asentimiento y sus padres firmaron una carta de consentimiento informado.

Resultados

En la tabla 2 se presenta la mediana de las pre y post pruebas en GC, GE1 y GE2, de Tarea Colores y WAIS-IV, con la finalidad de identificar si hubo diferencias significativas de acuerdo con los instrumentos de evaluación.

Se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para determinar si los resultados presentan una distribución normal. Los resultados obtenidos para las variables descritas muestran un nivel de significancia menor a .05, lo cual significa que la distribución de los datos no es normal y, por lo tanto, que su análisis debe ser con pruebas no paramétricas.

Tabla 2

Resultados de la Tarea Colores y WAIS-IV

Grupo	Tarea Colores			WAIS-IV: Subprueba de "Sucesión de Números y Letras"		
	Media Pre-prueba	Media Post-prueba	Prueba Wilcoxon	Media Pre-prueba	Media Post-prueba	Prueba Wilcoxon
GC	6.9167	8.0833	$p = .111$	9.6667	12.2500	$p = .054$
GE1	7.5000	8.6667	$p = .046$	9.4167	13.5833	$p = .010$
GE2	7.5000	8.6667	$p = .020$	9.3333	14.1667	$p = .005$
Kruskal-Wallis		$p = .631$			$p = .449$	

Se aplicó la prueba Wilcoxon para comparar los resultados en la Tarea Colores pre-test y post-test por cada grupo. Se encontró que en el GC no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p = .111$). En cambio, en los grupos GE1 y GE2, sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = .046$ y $p = .020$, respectivamente).

También se compararon los resultados pre-test y post-test de la subprueba *Sucesión de Números y Letras* del WAIS-IV con la prueba Wilcoxon. Los resultados fueron similares: no hubo diferencias estadísticamente significativas en el GC ($p = .054$), mientras que en los grupos GE1 y GE2, sí se observaron diferencias ($p = .010$ y $p = .005$, respectivamente). Estos resultados apoyan la hipótesis de que hubo una transferencia del aumento en la memoria de trabajo de una tarea con estímulos visuales, a otra con estímulos auditivos.

Aunque en ninguna de las tareas hubo diferencias significativas en el grupo control, obtuvieron puntuaciones más altas en la evaluación post, probablemente, como efecto de la práctica.

Para corroborar el papel del entrenamiento en estas diferencias significativas dentro de cada grupo, se llevó a cabo una comparación de los resultados de los tres grupos en la evaluación post-test. Se utilizó la prueba Kruskal-Wallis. En ninguna de las dos tareas se encontraron diferencias significativas (Tarea Colores, $p = .631$; Sucesión de Números y Letras, $p = .449$). Aunque se observan puntuaciones mayores en los grupos experimentales, estas no alcanzaron significancia estadística.

Discusión y conclusiones

Partiendo de la premisa de que la memoria de trabajo es una capacidad general, el objetivo de esta investigación fue determinar si un entrenamiento con una tarea con estímulos visuales tiene efectos sobre la MT ejecutando la misma tarea y si este efecto se transfiere a la ejecución de una tarea diferente con estímulos auditivos.

Los resultados obtenidos apoyan parcialmente la hipótesis de que el entrenamiento en la MT en estímulos

visuales se transfiere a otra tarea que implica estímulos auditivos. El paralelismo en los resultados de las dos tareas y las diferencias entre evaluación pre y post sugieren que ocurrió una transferencia de la tarea visual a la tarea auditiva. Este hallazgo coincide con lo esperado de acuerdo con el modelo multicomponente de la MT de Baddeley y Hitch (1974). En este modelo, el ejecutivo central se encarga de coordinar los diferentes sistemas: bucle fonológico, retén episódico y agenda viso-espacial. Es decir, el entrenamiento mejora el desempeño del ejecutivo central, por lo que al realizar una nueva tarea con estímulos de otra modalidad sensorial, lo hace de mejor manera.

La mejora en los grupos experimentales apoya la existencia de efectos intermodales, es decir, ganancia en una modalidad sensorial y en una tarea no entrenadas (Pelegrina et al., 2016). Los resultados de la subprueba Sucesión de Números y Letras de WAIS-IV son consistentes con la hipótesis de una transferencia intermodal, es decir, el entrenamiento de la MT con una tarea visual aumentó la ejecución de una tarea auditiva. Esto significa que la coordinación del ejecutivo central con los demás componentes de la MT mejoró de tal manera que el almacenamiento y la manipulación de la información mejoró (Gazzaniga et al., 2014). La ausencia de diferencias significativas en el análisis entre grupos limita la certeza de este resultado. De acuerdo con Redick et al. (2015), este tipo de mejoras suelen ser modestas y depender de factores como la duración del entrenamiento, la complejidad de las tareas y las diferencias individuales.

Se debe aclarar que el estudio presente se realizó lo más cercano posible a los entrenamientos descritos en la literatura consultada. Sin embargo, en los estudios previos se trabajó con niños, mientras que esta investigación se desarrolló con jóvenes al observar las grandes dificultades que los niños de 10 años de edad tenían para comprender y ejecutar la tarea. Estas dificultades comenzaron desde el reconocimiento de las formas geométricas básicas, que era necesario para este experimento.

Otra de las diferencias a puntualizar fueron las pruebas y los entrenamientos aplicados. En este caso se creó la Tarea Colores y se llevó a cabo la aplicación de la subprueba Sucesión de Números y Letras de la prueba WAIS-IV, ya que las descripciones de los entrenamientos previamente empleados por los estudios previos no se pudieron replicar por falta del equipo y los instrumentos utilizados en ellos, como el programa en línea, que contiene 4 actividades, en el portal Cambridge Brain Sciences que utilizaron González et al. (2018).

Según Rundus (1971, como se cita en Ballesteros, 2012) la repetición de la información prolonga su duración en la memoria, es decir, cuanto más largo sea el tiempo de la presentación y repetición mejor será su codificación en la

memoria a largo plazo. Por su parte, Woolfolk (1999), establece que en tanto haya una repetición de la información, el sujeto podrá conservarla de forma indefinida en la memoria de trabajo. Durante la realización de las tareas de MT se observó que algunos participantes aplicaban estrategias individuales para mantener la información, tales como la repetición (repaso) o el uso de sus dedos para llevar un control de los elementos, estas estrategias fueron registradas únicamente como observaciones y no se incluyeron como variables sistemáticas dentro del análisis del estudio. Será importante, sin embargo, que en futuros estudios se registre de una manera más sistemática las estrategias observables que utilizan los participantes.

La memoria de trabajo ha sido descrita como un sistema de capacidad limitada, tradicionalmente estimada en 7+2 unidades de información (Miller, 1956) o, de manera más conservadora, en aproximadamente 4 elementos de foco atencional (Cowan, 2001). Este estudio sugiere que, si bien estos límites estructurales son biológicos, la eficiencia en la manipulación de dicha información puede optimizarse mediante el entrenamiento. Los resultados obtenidos sugieren que este incremento en la eficiencia no es específico a la modalidad visual, sino que representa una mejora en la capacidad general de control ejecutivo, permitiendo una transferencia hacia estímulos auditivos.

Los resultados pueden compararse con investigaciones recientes como la transferencia intermodal observada en este estudio ofrece evidencia a favor de la plasticidad del ejecutivo central. Estos hallazgos son consistentes con los de Hao et al. (2023), donde identificaron que el entrenamiento sistemático mejora la capacidad de actualización de la memoria de trabajo y la supresión de interferencias. A diferencia de los efectos nulos reportados por Pieniak et al. (2024), los resultados actuales sugieren que tareas con una estructura de alta demanda, como la Tarea Colores, promueven una generalización efectiva de los procesos cognitivos hacia el dominio auditivo.

Para futuros estudios, sería importante contar con muestras más amplias que permitan obtener resultados más generalizables. Se recomienda que el rango de edades de los participantes sea menor para que la muestra sea más homogénea y los efectos de un entrenamiento se puedan observar con mayor claridad. En el caso de trabajar con población infantil, se requieren de tareas que llamen su atención, de lo contrario es difícil mantenerlos en la tarea. Se puede utilizar la Tarea Colores, tal y como se describió en este trabajo o con variaciones, como incluir en las series a recordar figuras de distintos colores. Sobre todo, es importante que los entrenamientos sean más intensivos, pues la ambigüedad de los resultados de esta investigación pudo deberse a que el tiempo y el número de las sesiones de

entrenamiento fue insuficiente para producir un cambio más notable. Asimismo, esta investigación permite desarrollar futuras investigaciones que podrían estar relacionadas con el planteamiento de González et al. (2016) respecto a que, después del entrenamiento de la memoria de trabajo, se ve el cambio en las áreas cerebrales involucradas.

Referencias

- Abeleira, G. (2013). La memoria: concepto, funcionamiento y anomalías. *Cuadernos del Tomás*, 1(5), 177-190. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4462486>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. En G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). Academic Press.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science, New Series*, 25(5044), 556-559.
- Baddeley, A. (2000) The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Báez, E. M. (2013). Estudio de la memoria inmediata y memoria de trabajo en el ser humano. *Anales Universitarios de Etología*, 7(1), 7-18. <https://sdocument.ulpgc.es/files/original/406837e82432ac59b5243dae478de1ca19fa944.pdf>
- Ballesteros, S. (1999). Memoria humana: investigación y teoría. *Psicothema*, 11(4), 705-723. <http://www.psicothema.com/pdf/323.pdf>
- Ballesteros, S. (2012). *Psicología de la memoria: estructuras, procesos, sistemas*. Universitat.
- Barreyro, J. Formoso, J. Álvarez, A. Leiman, M. Fernández, R. Calero, A. Fumagalli, J. Injoque, I. (2020). Comprensión de narraciones en niños de 5 y 6 años: Efectos de la memoria de trabajo verbal y la atención sostenida. Comprensión de narraciones en niños. *INTERDISCIPLINARIA*, 37(1), 1-27. <https://doi.org/10.16888/interd.2020.37.1.16>
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-114. doi:10.1017/S0140525X01003922
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Neely, A. S. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: Immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, 23(4), 720-730. <https://doi.org/10.1037/a0014296>
- Etchepareborda, M. C., & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de neurología*, 40(1), 79-83.
- Félix, J. E., Amor, I., Leal, F., & Castro, I. (2018). Relación entre fallos de la memoria, funciones ejecutivas y estrés percibido. *Psychologia Latina*, 1(1), 111-114.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2014). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind* (4ª ed.). W. W. Norton & Company, Inc.
- González, S., Fernández, F. H., & Duarte, J. E. (2016). Memoria de trabajo y aprendizaje: Implicaciones para la educación. *Saber, ciencia y libertad*, 11(2), 161-176. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5880876>
- Herd, R. B., & Pohl, B. N. (2018). Efectos del programa de estimulación de la memoria de trabajo en la madurez neuropsicológica en niños de la sala 5 [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica Argentina]. Pontificia Universidad Católica Argentina. <https://core.ac.uk/download/pdf/154951474.pdf>
- Hernández, A. I. (2012). *Procesos psicológicos básicos*. Red Tercer Milenio.
- Hao, J., Zhong, Y., Pang, Y., Jing, Y., Liu, Y., Li, H., Li, J., & Zheng, M. (2023). The relationship between music training and cognitive flexibility: an ERP study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1276752. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1276752>
- Inoue, S., & Matsuzawa, T. (2007). Working memory of numerals in chimpanzees. *Current Biology*, 17(23), R1004-R1005. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.10.027>
- Mason, A.E., Kasl, P., Soltani, S. et al. Elevated body temperature is associated with depressive symptoms: results from the TemPredict Study. *Sci Rep* 14, 1884 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51567-w>
- Manes, F., & Torralba, T. (2005). Funciones ejecutivas y trastornos del lóbulo frontal. *Revista de Psicología*, 1(2), 31-51. <https://core.ac.uk/download/pdf/95627971.pdf>
- Milla, C. Gatica, S. (2020). Memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva en estudiantes con desarrollo típico y con trastorno de déficit de atención con hiperactividad. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 38(3), 1-15. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/apl/a.7743>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Pedregal, S., Lechuga, M. T., Castellanos, M. C., & Elosúa, M. R. (2016). Memoria de trabajo. En M. T. Bajo, L. J. Fuentes, J. Lupiáñez y C. Rueda (Eds.), *Mente y cerebro: de la Psicología experimental a la Neurociencia cognitiva* (pp. 237-262). Alianza Editorial.
- Pieniak, M., Oleszkiewicz, A., Zuzanna, D., Schriever, V. A., & Hummel, T. (2024). Null cross-modal effects of olfactory training on visual, auditory or olfactory working memory in 6- to 9-year-old children. *Scientific Reports*, 14(1), 10834.
- Quintero, C. Gil, V. Bolívar, L. Mazo K, Serna, M. Ciro, L. Restrepo, K. (2022). *Memoria de trabajo en escolares con dislexia*. Ocnos. Revista de estudios sobre lectura. 21(2). <https://doi.org/10.18239/ocnos.2022.21.1.2886>
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: A randomized, placebo-controlled study. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(2), 359-379. <https://doi.org/10.1037/a0029082>
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Wiemers, E. A., Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2015). What's Working in Working Memory Training? An Educational Perspective. *Educational Psychology Review*, 27(1), 617-633. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9314-6>
- Rodas, J.A., Asimakopoulou, A.A. & Greene, C.M. (2024). Can we enhance working memory? Bias and effectiveness in cognitive training studies. *Psychon Bull Rev* 31, 1891-1914. <https://doi.org/10.3758/s13423-024-02466-8>
- Stevens, M. C., Gaynor, A., Bessette, K. L., & Pearson, G. D. (2016). A preliminary study of the effects of working memory training on brain function in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Brain Imaging and Behavior*, 10(2), 387-407.
- Van der Donk, M., Hiemstra-Beermink, A., Tjeenk, A., Van der Leij, A., & Lindauer, R. (2013). Interventions to improve executive functioning and working memory in school-aged children with AD(H)D: a randomised controlled trial and stepped-care approach. *BMC Psychiatry*, 13(23). <http://www.biomedcentral.com/1471-244X/13/23>
- Song J, MacQuarrie S and Hennessey A (2023) Working memory training: mechanisms, challenges and implications for the classroom. *Front. Educ.* 8:1198315. doi: 10.3389/feduc.2023.1198315
- Wechsler, D. (2014). *WAIS-IV: Escala Wechsler de inteligencia para adultos-IV: Manual de aplicación*. El Manual Moderno.
- Woolfolk, A. E. (1999). *Psicología educativa* (7ª ed.). Prentice Hall.