

## **EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE MEMORIA DE TRABAJO Y *MINDFULNESS* EN LA CAPACIDAD DE MEMORIA DE TRABAJO Y EL DESEMPEÑO MATEMÁTICO EN NIÑOS DE SEGUNDO GRADO**

SILVIA GONZÁLEZ-NIEVES / FLAVIO HUMBERTO FERNÁNDEZ-MORALES / JULIO ENRIQUE DUARTE

### **Resumen:**

El presente estudio tiene como objetivo evaluar dos tipos de técnicas para entrenar la memoria de trabajo y sus posibles efectos en el aprendizaje matemático. Para ello, se realizó una intervención a 84 niños de segundo grado educación básica primaria, quienes recibieron cuatro clases de entrenamiento: de memoria de trabajo, de *mindfulness*, uno tanto de memoria de trabajo como de *mindfulness* y otro más de control (sin entrenamiento). Se realizaron pruebas matemáticas y de memoria antes y después de la intervención. Los resultados arrojaron una mejora en la capacidad de memoria de trabajo para los tres grupos experimentales, pero solo un incremento en el rendimiento en pruebas matemáticas para el grupo con entrenamiento de *mindfulness*. Finalmente, se discuten estos hallazgos.

### **Abstract:**

The aim of this study is to evaluate two types of techniques for training working memory and their possible effects on learning mathematics. An intervention was carried out with eighty-four second graders, who participated in four training sessions: working memory, mindfulness, both working memory and mindfulness, and a control group (without training). Tests of mathematics and memory were given before and after the intervention. The results showed improvement in the capacity of working memory for the three experimental groups, but an increase only in mathematical performance for the group that received mindfulness training. The article concludes with a discussion of the findings.

**Palabras clave:** memoria de trabajo; matemáticas; desempeño académico; entrenamiento, atención.

**Keywords:** working memory; mathematics; academic achievement; training, attention.

---

Silvia González-Nieves, Flavio Humberto Fernández-Morales y Julio Enrique Duarte: profesores de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama. Carrera 22 con Calle 18, Duitama, Colombia. CE: silgoni17@gmail.com / flaviofm1@gmail.com / julioenriqued1@gmail.com

## Introducción

La memoria de trabajo (MT) es uno de los predictores del desempeño académico (Alloway y Alloway, 2010; Blankenship, O'Neill, Ross y Bell, 2015; González Nieves, Fernández Morales y Duarte, 2016; Gutiérrez-Martínez y Ramos, 2014), específicamente del matemático (Aragón, Navarro, Aguilar y Cerda, 2014). Esta relación se ve reflejada en el vínculo entre la MT y la adquisición de habilidades y conocimientos matemáticos, así como en su aplicación (Friso-van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen y Van Luit, 2013). Diversos estudios han demostrado una correlación entre las pruebas matemáticas y las medidas de MT (Bull, Espy y Wiebe, 2008; Kroesbergen, Van 't Noordende y Kolkman, 2014). Asimismo, se ha observado la posibilidad de entrenar dicha memoria mediante ejercicios específicos (Dunning, Holmes y Gathercole, 2013; Holmes, Gathercole y Dunning, 2009) y una posible transferencia de habilidades relacionadas con el desempeño matemático (Bergman-Nutley y Klingberg, 2014; Kroesbergen, Van 't Noordende y Kolkman, 2014). El presente estudio pretende combinar dos tipos diferentes de entrenamiento de MT para mejorar la capacidad de la misma y observar si existe una transferencia a las habilidades matemáticas.

La MT es el sistema de memoria encargado del almacenamiento y manipulación de la información en el corto plazo (Baddeley, 1986). El modelo actual de MT, propuesto por Baddeley (1986, 2000), abarca cuatro componentes: la agenda viso-espacial, el bucle fonológico, el central ejecutivo y el *buffer* episódico. La primera se encarga del almacenamiento simple de la información visual y espacial. De manera similar, el bucle fonológico guarda la información verbal y auditiva. El componente central ejecutivo es el encargado de la inhibición, el cambio y la actualización de la información almacenada en los demás componentes y, a su vez, está relacionado con la atención (Kane *et al.*, 2007; Kane y Engle, 2002). Por último, el *buffer* episódico se encarga de almacenar episodios y tiene una íntima relación con la memoria de largo plazo (Baddeley, 2000).

Estas características hacen de la MT un tema para estudios en el desempeño matemático (Friso-van den Bos *et al.*, 2013). Algunos investigadores han demostrado que la medida y la forma en la que los distintos componentes de la MT se involucran en el aprendizaje matemático varían con el desarrollo (Best, Miller y Naglieri, 2011; Imbo y Vandierendonck,

2007). Por ejemplo, en años preescolares, la agenda viso-espacial estaría más relacionada con el desempeño matemático (Raghubar, Barnes y Hecht, 2010) y en años posteriores el central ejecutivo y el bucle fonológico tendrían un rol más central en este proceso (Meyer, Salimpoor, Wu, Geary *et al.*, 2010). Asimismo, existe evidencia de que cada componente se involucra de manera distinta en el proceso de aprendizaje. En una revisión bibliográfica, Simmons, Willis y Adams (2012) proponen que al momento de aprender un nuevo concepto, la agenda viso-espacial es la que desempeña un papel central, mientras que para la aplicación de conceptos ya adquiridos, se usaría más el central ejecutivo y el bucle fonológico.

De manera similar, algunos estudios han reportado la posibilidad de mejorar la capacidad de la MT mediante ejercitación (Dunning, Holmes y Gathercole, 2013; Holmes y Gathercole, 2014; Holmes, Gathercole y Dunning, 2009). Este entrenamiento usualmente se realiza a través de plataformas virtuales comerciales destinadas a este fin (ver Alloway, Bibile y Lau, 2013; Klingberg, Fernell, Olesen, Johnson *et al.*, 2005) o mediante juegos verbales memorísticos (Kroesbergen, Van 't Noordende y Kolkman, 2014). En ambos casos, los resultados han demostrado una mejora significativa en las medidas de MT. Algunos estudios han reportado una transferencia de estas mejoras a habilidades académicas, como en el caso de matemáticas en niños de preescolar (Kroesbergen, Van 't Noordende y Kolkman, 2014) y escolares (Bergman-Nutley y Klingberg, 2014). Sin embargo, también existen hallazgos contradictorios, por lo que los efectos de este tipo de intervenciones han sido cuestionados en cuanto a la posible transferencia de habilidades (St Clair-Thompson, Stevens, Hunt y Bolder, 2010; Titz y Karbach, 2014) y por su durabilidad a largo plazo (Melby-Lervåg y Hulme, 2013).

Por otro lado, en los últimos años se ha propuesto una nueva forma de entrenar la MT: mediante técnicas de *mindfulness*. Se trata de un término que expresa la “capacidad para estar de instante en instante” (Kabat-Zinn, 2005). Las técnicas de *mindfulness* incluyen meditación, respiración, yoga e incluso es utilizado dentro de terapia conductual (Baer, 2015). Investigaciones recientes han encontrado que después de una intervención de *mindfulness* el desempeño en pruebas de MT mejora considerablemente (Flor, Monir, Bitá y Shahnaz, 2013; Mrazek, Franklin,

Phillips, Baird *et al.*, 2013). De igual forma, intervenciones en el ámbito escolar han mostrado incrementos en el desempeño académico en general (Beauchemin, Hutchins y Patterson, 2008; Flor *et al.*, 2013) y una disminución del estrés entre los estudiantes participantes (Beauchemin, Hutchins y Patterson, 2008; Black y Fernando, 2014; Bostic, Nevarez, Potter, Prince *et al.*, 2015).

El objetivo del presente trabajo es evaluar si al combinar un entrenamiento de MT con uno de *mindfulness* en niños, se obtiene una mejora significativa en la capacidad de MT y en el desempeño matemático. Para esto se realizó una intervención mediante: *a)* un entrenamiento de MT convencional, *b)* otro de *mindfulness* y *c)* la combinación de estos dos en niños de segundo grado de educación básica primaria. Para conocer el impacto de cada una de las técnicas, y de su combinación, se midió el cambio en la capacidad de MT y en el desempeño matemático después de la intervención. Los resultados de esta investigación pueden servir como sustento para el desarrollo de planes de intervención tanto en niños con problemas de aprendizaje relacionados con la MT, como aquellos con desarrollo normal para mejorar su desempeño matemático. Esto sería de gran utilidad ya que, debido a la importancia de las matemáticas en la educación, conocer alternativas para mejorar su aprendizaje podría ayudar a los estudiantes y a los docentes en esta tarea (Angarita-Velandia, Fernández-Morales y Duarte, 2011; Cerón Álvarez, Mesa Laverde y Rojas Morales, 2012). De acuerdo con los estudios revisados se espera que, tanto el entrenamiento de MT como el de *mindfulness*, produzcan por separado una mejora significativa en esta habilidad cognitiva y, a su vez, que este avance se vea reflejado en el desempeño matemático. Igualmente, se espera que al realizar conjuntamente los dos entrenamientos se consiga un rendimiento mucho mayor que con cada uno, por separado, tanto en el desempeño matemático como en las pruebas de MT.

## Método

### Participantes

La población objeto de estudio corresponde a niños de segundo grado de educación básica primaria, de un colegio público de Duitama, Colombia. Previo al estudio se recibió el consentimiento de los padres, quienes fueron informados de las actividades y los fines del proyecto. El total de niños del curso era de 105, de los cuales solo 84 participaron en todas las activida-

des, por lo que para fines estadísticos se tomaron en cuenta únicamente los datos de estos últimos.

Los niños fueron asignados aleatoriamente a uno de tres grupos experimentales y uno de control. La edad media fue de 6.80 años, 35 fueron mujeres y 49 hombres. Los grupos no difirieron en edad,  $F(3.80) = 1.16$ ,  $p = .33$ , ni en sexo,  $\chi^2(3) = 4.48$ ,  $p = .21$ . Los detalles de la muestra se exponen en la tabla 1.

TABLA 1

*Caracterización de la muestra estudiada*

Entrenamiento	N	Media de la edad	Desviación estándar	% de niñas
Memoria de trabajo	19	6.90	.32	57.89
Mindfulness	21	6.67	.48	23.81
Memoria de trabajo y Mindfulness	22	6.90	.47	54.55
Control	22	6.77	.43	31.82
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>6.80</b>	<b>.43</b>	<b>41.67</b>

**Instrumentos***Memoria de trabajo*

Para medir la capacidad de memoria de trabajo se aplicaron dos pruebas: *Digit Span Test* y *Monkey Ladder*. La primera es usada para medir la capacidad de la memoria de trabajo para almacenar información numérica. En esta prueba se les muestra a los participantes una serie de dígitos al azar, acto seguido deben repetirlos en el orden de aparición. Si lo hacen exitosamente, se les muestra una lista más larga (generalmente aumenta un dígito), si no aciertan, la lista se reduce en longitud hasta que haya un acierto. Para esta prueba se da un tiempo máximo y el puntaje es la máxima longitud lograda de la serie (Koppitz, 1975). Por la naturaleza azarosa de la prueba, cada intento es diferente al anterior.

*Monkey Ladder* prueba la capacidad para almacenar información visual y numérica (Inoue y Matsuzawa, 2007). En esta actividad aparece una

serie de cajas enumeradas, que se distribuyen en diferentes locaciones en la pantalla. Acto seguido, los números desaparecen dejando solo las cajas. El niño debe dar *click* en ellas en el orden ascendente según los números iniciales. La dificultad es determinada por la cantidad de cajas por intento. El puntaje es la máxima dificultad obtenida en una serie de intentos.

Ambas pruebas fueron tomadas del paquete de memoria de *Cambridge Brain Sciences* del *Medical Research Council* (ver <https://www.cambridge-brainsciences.com/>).

### *Desempeño matemático*

Para evaluar las diferencias individuales en el desempeño matemático se utilizó un examen de aritmética, acorde con los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas del Ministerio de Educación Nacional de Colombia para el grado segundo de primaria (MEN, 2006). Este examen evaluó conocimientos de adición, sustracción, magnitudes y descomposición de números. La duración máxima de la prueba fue de 40 minutos.

### **Procedimiento**

Los grupos experimentales participaron en nueve sesiones de veinte minutos durante tres semanas (tres sesiones cada una). El grupo control no participó en ninguna de estas actividades. Se realizó una prueba pre-intervención de MT y otra de desempeño matemático a todos los grupos, incluido el control, antes de iniciar el entrenamiento. Luego de cada sesión de entrenamiento se realizaron las pruebas posteriores para medir el posible efecto de la intervención en los cuatro grupos. Estas mediciones, tanto de la prueba de MT como la de desempeño matemático, evaluaron las mismas variables que la pre-intervención, sin embargo, el diseño de las pruebas post contenían preguntas diferentes a las iniciales. Las pruebas de MT fueron realizadas en salas de cómputo y las de desempeño matemático, dentro del salón de clase. Todas las actividades fueron conducidas por los investigadores y los docentes de los estudiantes.

### *Entrenamiento de memoria de trabajo*

Para entrenar la MT se utilizó, como se mencionó anteriormente, el paquete de memoria del portal *Cambridge Brain Sciences*. Este set de juegos contiene cuatro actividades:

- *Spatial Span*: en la pantalla aparece una cuadrícula de 4×5; en cada intento se ilumina secuencialmente una serie de cajas en la cuadrícula. A la señal, la tarea consiste en repetir la secuencia haciendo click en las cajas en el orden correcto. Si se hace una réplica exitosa, la duración incrementa en el siguiente intento o se reduce en caso de error.
- *Digit Span*: esta actividad ya se explicó en detalle en la sección de Instrumentos-MT.
- *Monkey Ladder*: prueba que también ya se explicó con anterioridad.
- *Paired Associates*: se presenta un conjunto de cajas, las cuales están distribuidas en diferentes posiciones en la pantalla; cada una se abre en secuencia, revelando el dibujo de un objeto y se cierra nuevamente; al final de la secuencia un objeto es presentado en la pantalla. La tarea consiste en recordar y dar *click* en la caja que contiene el objeto idéntico al que se está presentando en la pantalla. Este proceso se repite para todos los objetos de la secuencia. La dificultad aumenta al incrementar el número de cajas. El puntaje corresponde al máximo número de cajas recordado.

### *Entrenamiento de mindfulness*

Se realizó un entrenamiento con yoga (Bostic *et al.*, 2015). Esta actividad se desarrolló mediante un pequeño calentamiento, seguido por una secuencia de posturas o asanas para niños (por ejemplo, *Kids Yoga Poses-Yoga Exercises for Children*, que puede consultarse en <http://www.namastekid.com/learn/kids-yoga-poses/>). En esta actividad se ejercita el cuerpo y se enseña a los pequeños a respirar de una manera consciente. Este proceso tuvo una duración de entre 15 y 20 minutos y se realizó tres veces por semana durante las tres de la intervención.

### *Entrenamiento de memoria de trabajo y mindfulness*

Se combinaron el entrenamiento de la memoria de trabajo con el yoga; para ello, este grupo recibió los dos entrenamientos de manera secuencial. El tiempo empleado en las sesiones de las dos actividades fueron iguales que el de los grupos anteriores. Ambas intervenciones se realizaron tres veces a la semana durante las tres en que se llevó a cabo el experimento.

## Análisis estadístico

Para conocer el efecto de la intervención en cada prueba se realizaron análisis de varianza univariados (ANOVA), de medidas repetidas para cada prueba. De igual forma se hicieron estos análisis para cada prueba antes y después de la intervención con el fin de conocer si hubo diferencia entre los tratamientos. Para aquellas en las que si tuvieron diferencias significativas se utilizó el método Tukey, para conocer entre cuáles tratamientos se presentaron.

Asimismo, se realizaron correlaciones lineales entre todas las pruebas para conocer si existió alguna relación positiva entre el desempeño matemático y el de las pruebas de memoria de trabajo. Del mismo modo, se llevaron a cabo entre la edad de los estudiantes y las pruebas, y no hubo correlación alguna. También se realizaron ANOVA adicionales para saber si existía alguna diferencia entre el desempeño matemático y de memoria con el sexo, pero tampoco hubo diferencias.

Para todas las pruebas se tomó un valor  $p = .05$ . El criterio de Cohen (1988) fue usado para clasificar el tamaño del efecto del tratamiento: efecto pequeño  $\eta^2$  parcial = .01, efecto mediano,  $\eta^2$  parcial = .06 y efecto grande  $\eta^2$  parcial = .14.

## Resultados

### Efecto en la memoria de trabajo

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos para las pruebas pre y post-intervención de la MT. Se observaron diferencias significativas entre los grupos experimentales y el control para los puntajes de la prueba post del *Digit Span Test*,  $F(3, 2.72) = 8.65$ ,  $p < .01$ . Igualmente, por medio de la prueba ANOVA, con medidas repetidas, se evaluó el efecto del entrenamiento en los distintos tratamientos.

A diferencia del grupo control, los tres experimentales mostraron un cambio significativo en las pruebas de memoria (ver tabla 3). El grupo que recibió el entrenamiento combinado fue el único que obtuvo una mejora significativa tanto en la interacción tiempo  $\times$  tratamiento en el *Digit Span Test*,  $F(1, 4.35) = 9.09$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2 = .31$ , como en el *Monkey Ladder*,  $F(1, 4.35) = 40.72$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2 = .67$ . Por su parte, los tratamientos de entrenamiento de solo MT y de solo *mindfulness* mostraron un efecto significativo en la prueba *Digit Span Test*,  $F(1, 4.41) = 4.59$ ,  $p = .04$ ,  $\eta^2 = .20$ , y  $F(1, 4.32) = 8.96$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2 = .30$ , respectivamente.

TABLA 2

*Análisis de los datos obtenidos en las pruebas de memoria de trabajo en pre y post intervención y por tipo de entrenamiento de memoria*

Pruebas pre	MT		<i>Mindfulness</i>		MT y <i>Mindfulness</i>		Control		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
PRUEBAS PRE										
DigitSpan Test	3.68	1.10	3.14	1.55	3.19	1.36	3.09	1.38	.80	>.05
Monkey Ladder	3.74	1.24	3.86	1.17	3.38	1.16	3.81	.73	.86	>.05
PRUEBAS POST										
DigitSpan Test	4.16	.83	4.09	.68	4.09	.83	3.00	1.11	8.65	<.01*
Monkey Ladder	4.31	.95	4.45	1.10	4.62	1.02	4.27	.88	.52	>.05

\*Diferencias estadísticamente significativas.

TABLA 3

*Resultados de los análisis de varianza de los datos obtenidos en cada uno de los grupos experimentales*

	MT			<i>Mindfulness</i>			MT y <i>mindfulness</i>			Control		
	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$
DigitSpan Test	4.59	.04*	.20	8.96	.01*	.30	9.09	.01*	.31	.10	.75	.01
Monkey Ladder	4.00	.06	.18	3.72	.07	.15	40.72	.00*	.67	4.45	.05	.17
Matemática	1.12	.30	.06	5.40	.03*	.20	2.03	.17	.09	.05	.82	.00

\*Valores estadísticamente significativos.

### Efecto en el desempeño matemático

Los resultados para cada tratamiento de las pruebas de desempeño matemático, pre y post intervención, se condensan en la tabla 4. Se encontraron diferencias significativas en los resultados de la prueba empleada para evaluar el desempeño matemático entre los grupos experimentales y el control tanto en las pruebas pre y post-intervención,  $F(3, 2.72) = 6.28, p < .01$ , y  $F(3, 2.72) = 10.73, p < .01$ , respectivamente. De igual forma, se evaluó el efecto del entrenamiento a través de la diferencia entre la media de los grupos, con medidas repetidas, cuya significatividad se establece con la prueba ANOVA. En este caso, solo se observó una interacción significativa tiempo  $\times$  tratamiento en el grupo que recibió el entrenamiento de *mindfulness* (ver tabla 3),  $F(1, 4.32) = 5.40, p = .03, \eta^2 = .20$ . No hubo efectos significativos en la prueba matemática para los otros grupos experimentales y para el grupo control.

TABLA 4

*Análisis de los datos obtenidos en las pruebas matemáticas en pre y post-intervención, por grupo experimental*

	MT		<i>Mindfulness</i>		MT y <i>Mindfulness</i>		Control		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
PRUEBAS PRE										
Matemática	6.67	1.09	6.56	1.14	6.08	1.45	4.83	2.21	6.28	< .01*
PRUEBAS POST										
Matemática	6.27	1.20	7.26	.77	6.52	1.22	4.74	1.81	10.73	< .01*

\*Valores estadísticamente significativos.

Por último, se exploró la relación entre la memoria de trabajo y el desempeño matemático a través del análisis de correlación lineal; los resultados se muestran en la tabla 5. Como se puede observar, se encontraron correlaciones positivas tanto en la pre como en la post-intervención entre las pruebas matemáticas y el *Digit Span Test*. Se observó que los niños

con puntajes altos en este último eran más propensos a obtener mayores puntajes en las pruebas matemáticas; sin embargo, esta relación no se observó para la prueba *Monkey Ladder*.

TABLA 5

*Correlaciones entre los puntajes de las pruebas de memoria y de desempeño matemático*

	Prueba matemática pre-intervención		Prueba matemática post-intervención	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Digit Span Test Pre	.24	.03*	.01	.38
Digit Span Test Post	.38	<.01*	.45	<.01*
Monkey Ladder Pre	.07	.55	.05	.66
Monkey Ladder Post	.13	.25	.09	.42

\*Valores estadísticamente significativos.

## Discusión

El presente estudio tenía como objetivo evaluar, si al combinar dos tipos de intervención, se obtenía una mejora en la capacidad de MT y consecuentemente en el desempeño matemático en niños de segundo grado. Los resultados correspondientes al *Digit Span Test* muestran un aumento en la capacidad para recordar secuencias numéricas en el corto plazo que pertenecieron a los grupos experimentales. Es decir, tanto para el entrenamiento de memoria de trabajo como en *mindfulness* se observó una mejora en las pruebas de MT, al menos para el *Digit Span Test*. Aunque existen otros instrumentos que miden la capacidad de la MT, la mayoría, al igual que el *Digit Span Test*, se basan en el principio de recordar diferentes ítems en un periodo corto; algunos son: el *Word Recall Backwards Test*, *Counting Recall Test* o *Backward Digit Recall Test* (Alloway, Gathercole y Pickering, 2006). De igual forma, estas pruebas han sido aplicadas en otros estudios que reportan resultados similares a los aquí descritos (Dunning, Holmes y Gathercole, 2013; Kroesbergen, Van 't Noordende y Kolkman, 2014).

El incremento en los puntajes de las pruebas de MT que se evidenció en los grupos que participaron en el entrenamiento mediante juegos computarizados es acorde con los resultados obtenidos en otros estudios en niños con desarrollo normal (Karbach, Strobach y Schubert, 2015), con bajo rendimiento académico (Kroesbergen, Van 't Noordende y Kolkman, 2014), con bajos niveles de capacidad de memoria de trabajo (Dunning, Holmes y Gathercole) y en niños con problemas de atención e hiperactividad (Bergman-Nutley y Klingberg, 2014).

Igualmente, este estudio mostró los efectos de la intervención con técnicas de *mindfulness* en las medidas de MT. Se observó un incremento significativo en estos valores, resultado que concuerda con investigaciones anteriores (Flor *et al.*, 2013; Mrazek *et al.*, 2013; Quach, Jastrowski Mano y Alexander, 2016). Una posible explicación a este hallazgo es la relación entre la atención, la MT y el *mindfulness*. Dentro de los efectos de una intervención de *mindfulness*, se encuentra la reducción de la dispersión mental (Mrazek *et al.*, 2013), que, a su vez, mejoraría la atención para realizar una determinada tarea (Brefczynski-Lewis, Lutz, Schaefer, Levinson *et al.*, 2007). Si se tiene en cuenta la estrecha relación de la atención con la MT propuesta por Kane y Engle (2002), se podría hipotetizar que, al mejorar la atención al desarrollar una tarea, en este caso de memorizar, el niño podría mejorar su rendimiento en dicha actividad. De esta manera, las técnicas de *mindfulness* representarían una ayuda potencial en los ámbitos educativos y clínicos.

Sin embargo, al combinar los dos entrenamientos se observó un incremento en los valores de ambas pruebas de memoria de trabajo, pero no hubo diferencias significativas con los otros grupos experimentales. Por lo tanto, no existe evidencia suficiente para afirmar que al combinar estas intervenciones se obtiene un efecto sinérgico comparado con los resultados individuales de estos entrenamientos. De esta manera, se podría decir que cada intervención por sí sola puede ser efectiva para incrementar la capacidad de MT.

En cuanto al desempeño matemático, se observó que solo hubo transferencia en el grupo que recibió el entrenamiento de *mindfulness*. De manera similar, algunas investigaciones han reportado una mejora en el desempeño académico después de una intervención de este tipo (Flor *et al.*, 2013; Mrazek *et al.*, 2013) y entre practicantes de estas técnicas (López,

Amutio, Oriol y Bisquerra, 2015). Asimismo, se encontró una correlación positiva entre las medidas de memoria de trabajo y las de matemáticas, lo cual apoyaría esta transferencia.

No obstante, surge una interrogante al examinar los grupos experimentales que obtuvieron un incremento en las pruebas de MT, pero no en las de matemáticas. Resultados similares se encontraron en el estudio de Karbach, Strobach y Schubert (2015), en el que después de un entrenamiento en niños de entre siete y ocho años, incrementaron los valores de su capacidad de MT y lograron una transferencia a habilidades de lectura, pero no para las de matemáticas. Estos autores atribuyen estos resultados al desarrollo natural de la MT y al tipo de prueba matemática usada. Una situación similar puede ocurrir en este estudio, ya que la prueba utilizada contenía dos secciones: operaciones aritméticas y nociones de cantidad, la primera incluía conceptos ya adquiridos, mientras que la segunda, nociones más recientes y su aprendizaje estaba en curso.

Según Raghobar, Barnes y Hecht (2010), al aprender nuevos conceptos y habilidades matemáticas se usa más la agenda viso-espacial, mientras que para aplicar los ya adquiridos, el bucle fonológico es el que desempeña un papel principal. De igual forma, en los hallazgos obtenidos por Meyer *et al.* (2010), el central ejecutivo y el bucle fonológico son los que tendrían un papel fundamental en el desempeño matemático en niños de siete años, mientras que la agenda viso-espacial se volvería predominante en años posteriores.

Lo anterior concuerda con la correlación positiva encontrada entre el desempeño matemático y el *Digit Span Test*, ya que esta prueba evalúa principalmente el bucle fonológico y el central ejecutivo. Asimismo, al no haber obtenido evidencia suficiente de una mejora significativa en todos los grupos experimentales en la prueba *Monkey Ladder* –que se centra en la agenda viso-espacial– se podrían explicar los resultados. Es decir, si en la edad estudiada, el bucle fonológico y el central ejecutivo son los componentes que más intervienen en el desempeño matemático y la prueba usada contenía en su mayoría procesos para los cuales estos componentes no son principales, se podría explicar por qué la transferencia no ocurrió como se esperaba.

Cabe resaltar las limitaciones de esta investigación, como el hecho de que la muestra es mediana, por lo que estudios en grupos mayores

podrían arrojar resultados con tendencias más claras. El desempeño matemático de los grupos fue diferente en la prueba pre-intervención. No existió un grupo control activo para descartar otros posibles efectos del estudio.

En conclusión, a pesar de las consideraciones anteriores, este estudio provee evidencia de que los entrenamientos tanto de memoria de trabajo como de *mindfulness* mostraron incrementos para las medidas de la capacidad de MT. Lo anterior apoya la flexibilidad de este componente cognitivo (Campbell, Dollaghan, Needleman y Janosky, 1997; Holmes, Gathercole y Dunning, 2009; Klingberg, 2010) y demuestra que intervenciones de este tipo pueden ser de gran efectividad para mejorar sus condiciones. Sin embargo, no hubo evidencia suficiente para afirmar que al combinar los entrenamientos existió un efecto mayor al individual, por lo que se sugiere que cualquiera de las dos técnicas puede representar una alternativa para intervenciones académicas o clínicas.

De igual forma, el entrenamiento de *mindfulness* produjo una mejora en el desempeño matemático, es decir, se obtuvo una transferencia de habilidades; lo anterior apoya su intervención en ámbitos escolares con el fin de mejorar resultados académicos.

Asimismo, se evidenció la relación entre la memoria de trabajo y el desempeño matemático; sin embargo, es necesario tener en cuenta las ventanas de desarrollo de la relación entre este sistema de memoria y las matemáticas, así como el aporte de la MT a cada proceso matemático en particular.

Para futuros estudios se sugiere ahondar en los mecanismos neuronales responsables de los efectos del entrenamiento de *mindfulness*, tanto en la capacidad de la MT como en el desempeño matemático. Finalmente, se recomienda evaluar en detalle el efecto de técnicas de *mindfulness* en cada uno de los componentes de la memoria de trabajo.

### **Agradecimientos**

El presente estudio fue financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia [Proyecto SGI 1994, 2016]. De igual forma, se agradece al Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino de Duitama, Colombia, por permitir la realización de la presente investigación.

## Referencias

- Alloway, Tracy Packiam y Alloway, Ross G. (2010). "Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment", *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 106, núm.1, pp. 20-29. DOI: 10.1016/j.jecp.2009.11.003 (consultado: 02 de febrero de 2017).
- Alloway, Tracy Packiam; Bibile, Vanessa y Lau, Gemma (2013). "Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students?", *Computers in Human Behavior*, vol. 29, núm. 3, pp. 632-638. DOI: 10.1016/j.chb.2012.10.023 (consultado: 02 de febrero de 2016).
- Alloway, Tracy Packiam; Gathercole, Susan Elizabeth, y Pickering, Susan J. (2006). "Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable?", *Child Development*, vol. 77, núm. 6, pp. 1698-1716. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x (consultado: 14 de febrero de 2018).
- Angarita-Velandia, Maria Aidé; Fernández-Morales, Flavio Humberto y Duarte, Julio Enrique (2011). "Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños", *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 2, núm. 1, pp. 35-43.
- Aragón, Estíbaliz; Navarro, José I.; Aguilar, Manuel, y Cerda, Gamal (2014). "Cognitive Predictors of 5-Year-Old Students' Early Number Sense // Predictores cognitivos del conocimiento numérico temprano en alumnado de 5 años", *Journal of Psychodidactics*, vol. 20, núm. 1, pp. 83-97. DOI: 10.1387/RevPsicodidact.11088 (consultado: 13 de octubre de 2016).
- Baddeley, Alan (1986). *Working memory*, Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, Alan (2000). "The episodic buffer: a new component of working memory?". *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 4, núm. 11, pp. 417-423. DOI: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2 (consultado: 17 de agosto de 2015).
- Baer, Ruth A. (2015). *Mindfulness-Based treatment approaches: Clinician's guide to evidence base and applications*, Boston: Academic Press.
- Beauchemin, James; Hutchins, Tiffany L. y Patterson, Fiona (2008). "Mindfulness meditation may lessen anxiety, promote social skills, and improve academic performance among adolescents with learning disabilities", *Complementary Health Practice Review*, vol. 13, núm. 1, pp. 34-45. DOI: 10.1177/1533210107311624 (consultado: 17 de agosto de 2015).
- Bergman-Nutley, Sissela y Klingberg, Torkel (2014). "Effect of working memory training on working memory, arithmetic and following instructions", *Psychological Research*, vol. 78, núm.6, pp. 869-877. DOI: 10.1007/s00426-014-0614-0 (consultado: 21 de septiembre 21).
- Best, John R.; Miller, Patricia H. y Naglieri, Jack A. (2011). "Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample", *Learning and Individual Differences*, vol. 21, núm.4, pp. 327-336. DOI: 10.1016/j.lindif.2011.01.007 (consultado: 20 de agosto de 2015).
- Black, David S. y Fernando, Randima (2014). "Mindfulness training and classroom behavior among lower-income and ethnic minority elementary school children",

- Journal of Child and Family Studies*, vol. 23, núm. 7, pp. 1242-1246. DOI: 10.1007/s10826-013-9784-4 (consultado: 21 de septiembre de 2015).
- Blankenship, Tashauna L.; O'Neill, Meagan; Ross, Alleyne y Bell, Martha Ann (2015). "Working memory and recollection contribute to academic achievement". *Learning and Individual Differences*, vol.43, pp. 164-169. DOI: 10.1016/j.lindif.2015.08.020 (consultado: 14 de enero de 2016).
- Bostic, Jeff Q.; Nevarez, Michael D.; Potter, Mona P., Prince, Jefferson B.; Benningfield, Margaret M. y Aguirre, Blaise A. (2015). "Being present at school: implementing mindfulness in school", *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, vol. 24, núm. 2, pp. 245-259. DOI: 10.1016/j.chc.2014.11.010 (consultado: 21 de septiembre de 2015).
- Brefczynski-Lewis, Julie A.; Lutz, Antoine; Schaefer, Hillary S.; Levinson, Daniel B. y Davidson, Richard J. (2007). "Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, núm. 27, pp.11483-11488. DOI: 10.1073/pnas.0606552104 (consultado: 13 de octubre de 2016).
- Bull, Rebecca; Espy, Kimberly Andrews y Wiebe, Sandra A. (2008). "Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years", *Developmental Neuropsychology*, vol. 33, núm. 3, pp.205-228. DOI: 10.1080/87565640801982312 (consultado: 13 de octubre de 2016).
- Campbell, Thomas; Dollaghan, Chirs; Needleman, Herbert y Janosky, Janine (1997). "Reducing bias in language assessment: processing-dependent measures", *Journal of Speech Language and Hearing Research*, vol. 40, núm. 3, pp. 519-525. DOI: 10.1044/jslhr.4003.519 (consultado: 21 de septiembre de 2015).
- Cerón Álvarez, Diana Carolina; Mesa Laverde, Yuly Carolina y Rojas Morales, Clara Emilse (2012). "La naturaleza del conocimiento matemático y su impacto en las concepciones del profesor", *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 2, núm. 2, pp. 49-59.
- Cohen, Jacob (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2ª ed., Nueva York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dunning, Darren L.; Holmes, Joni y Gathercole, Susan Elizabeth (2013). "Does working memory training lead to generalized improvements in children with low working memory? A randomized controlled trial", *Developmental Science*, vol. 16, núm. 6, pp. 915-925. DOI: 10.1111/desc.12068 (consultado: 29 de marzo de 2016).
- Flor, Rezaei Kargar; Monir, Kalantar Choreishi; Bitá, Ajilchi y Shahnaz, Noohi (2013). "Effect of relaxation training on working memory capacity and academic achievement in adolescents", *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, vol. 82, pp. 608-613. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.06.318 (consultado: 17 de agosto de 2015).
- Friso-van den Bos, Ilona; Van der Ven, Sane H.G.; Kroesbergen, Evelyn H. y Van Luit, Johannes E.H. (2013). "Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis", *Educational Research Review*, vol. 10, pp. 29-44. DOI: 10.1016/j.edurev.2013.05.003 (consultado: 27 de julio de 2015).

- González Nieves, Silvia; Fernández Morales, Flavio Humberto y Duarte, Julio Enrique (2016). “Memoria de trabajo y aprendizaje: Implicaciones para la educación”, *Saber, Ciencia y Libertad*, vol. 11, núm. 2, 161-176. DOI: 10.22525/sabcliber.2016v11n2.161176 (consultado: 02 de febrero de 2017).
- Gutiérrez-Martínez, Francisco y Ramos, Melchor (2014). “La memoria operativa como capacidad predictora del rendimiento escolar. Estudio de adaptación de una medida de memoria operativa para niños y adolescentes”, *Psicología Educativa*, vol. 20, núm. 1, pp. 1-10. DOI: 10.1016/j.pse.2014.05.001 (consultado: 6 de octubre de 2016).
- Holmes, Joni y Gathercole, Susan Elizabeth (2014). “Taking working memory training from the laboratory into schools”, *Educational Psychology*, vol. 34, núm.4, pp. 440-450. DOI: 10.1080/01443410.2013.797338 (consultado: 11 de agosto de 2015).
- Holmes, Joni; Gathercole, Susan Elizabeth y Dunning, Darren L. (2009). “Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children”. *Developmental Science*, vol. 12, núm. 4, pp. F9-F15. DOI: 10.1111/j.1467- 7687.2009.00848.x (consultado: 27 de marzo de 2016).
- Imbo, Ineke y Vandierendonck, André (2007). “The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences”, *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 96, núm. 4, pp. 284-309. DOI: 10.1016/j.jecp.2006.09.001 (consultado: 27 de marzo de 2016).
- Inoue, Sana y Matsuzawa, Tetsuro (2007). “Working memory of numerals in chimpanzees”, *Current Biology*, vol. 17, núm. 23, pp. R1004-R1005. DOI: 10.1016/j.cub.2007.10.027 (consultado: 13 de octubre de 2015).
- Kabat-Zinn, Jon (2005). *Wherever you go, there you are*, 10ª ed., Nueva York: Hachette Books.
- Kane, Michael J.; Brown, Leslie H.; McVay, Jennifer C.; Silvia, Paul J.; Myin-Germeys, Inez y Kwapil, Thomas R. (2007). “For whom the mind wanders, and when an experience-sampling study of working memory and executive control in daily life”, *Psychological Science*, vol.18, núm. 7, pp. 614-621. DOI: 10.1111/j.1467-9280.2007.01948.x (consultado: 03 de marzo de 2016).
- Kane, Michael J. y Engle, Randal W. (2002). “The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: an individual-differences perspective”, *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 9, núm. 4, pp. 637-671. DOI: 10.3758/BF03196323 (consultado: 2 de febrero de 2017).
- Karbach, Julia; Strobach, Tilo y Schubert, Torsten (2015). “Adaptative working-memory training benefits reading, but not mathematics in middle childhood”, *Child Neuropsychology*, vol. 21, núm. 3, pp. 285-301. DOI: 10.1080/09297049.2014.899336 (consultado: 27 de marzo de 2016).
- Klingberg, Torkel (2010). “Training and plasticity of working memory”, *Trends in Cognitive Sciences*, vol.14, núm.7, pp. 317-324. DOI: 10.1016/j.tics.2010.05.002 (consultado: 17 de agosto de 2015).
- Klingberg, Torkel; Fernell, Elisabeth; Olesen, Pernille J.; Johnson, Mats, Gustafsson, Per; Dahlström, Kerstin; Gillberg, Christopher G.; Forsberg, Hans y Westerberg, Helena

- (2005). "Computerized training of working memory in children with ADHD – A randomized, controlled trial", *Journal of the American Academy of Child y Adolescent Psychiatry*, vol. 44, núm. 2, pp. 77-186. DOI: 10.1097/00004583-200502000-00010 (consultado: 06 de octubre de 2015).
- Koppitz, Elizabeth Munsterberg (1975). "Bender Gestalt test, visual aural Digit Span Test and reading achievement", *Journal of Learning Disabilities*, vol. 8, núm. 3, pp. 154-158. DOI: 10.1177/002221947500800308 (consultado: 21 de septiembre de 2015).
- Kroesbergen, Evelyn H.; van 't Noordende, Jaccoline E. y Kolkman, Meijke E. (2014). "Training working memory in kindergarten children: Effects on working memory and early numeracy", *Child Neuropsychology*, vol. 20, núm. 1, pp. 23-37. DOI: 10.1080/09297049.2012.736483 (consultado: 29 de noviembre de 2016).
- López González, Luis; Amutio, Alberto; Oriol, Xavier y Bisquerra, Rafael (2015). "Hábitos relacionados con la relajación y la atención plena (mindfulness) en estudiantes de secundaria: influencia en el clima de aula y el rendimiento académico", *Revista de Psicodidáctica*, vol. 21, núm. 1, pp. 121-138. DOI: 10.1387/RevPsicodidact.13866 (consultado: 2 de febrero de 2017).
- Melby-Lervåg, Monica y Hulme, Charles (2013). "Is working memory training effective? A meta-analytic review", *Developmental Psychology*, vol. 49, núm. 2, pp. 270-291. DOI: 10.1037/a0028228 (consultado: 24 de junio de 2016).
- MEN (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*, Bogotá: Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Disponible en: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021\\_recurso\\_1.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf) (consultado: 21 de septiembre de 2015).
- Meyer, Meghan L.; Salimpoor, Valorie N.; Wu, Sarah; Geary, David C. y Menon, Vinod (2010). "Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders", *Learning and Individual Differences*, vol. 20, núm. 2, pp. 101-109. DOI: 10.1016/j.lindif.2009.08.004 (consultado: 24 de junio de 2016).
- Mrazek, Michael D.; Franklin, Michael S.; Phillips, Dawa Tarchin; Baird, Benjamin y Schooler, Jonathan W. (2013). "Mindfulness training improves working memory capacity and GRE performance while reducing mind wandering", *Psychological Science*, vol. 24, núm. 5, pp. 776-781. DOI: 10.1177/0956797612459659 (consultado: 24 de junio de 2016).
- Quach, Dianna; Jastrowski Mano, Kristen E. y Alexander, Kristi (2016). "A randomized controlled trial examining the effect of mindfulness meditation on working memory capacity in adolescents", *Journal of Adolescent Health*, vol. 58, núm. 5, pp. 489-496. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2015.09.024 (consultado: 2 de febrero de 2017).
- Raghubar, Kimberly P.; Barnes, Marcia A. y Hecht, Steven A. (2010). "Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive

- approaches”, *Learning and Individual Differences*, vol. 20, núm. 2, pp. 110-122. DOI: 10.1016/j.lindif.2009.10.005 (consultado: 11 de agosto de 2015).
- Simmons, Fiona R.; Willis, Catherine y Adams, Anne-Marie (2012). “Different components of working memory have different relationships with different mathematical skills”. *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 111, núm. 2, pp. 139-155. DOI: 10.1016/j.jecp.2011.08.011 (consultado: 29 de noviembre de 2016).
- St Clair-Thompson, Helen Saint; Stevens, Ruth; Hunt, Alexandra y Bolder, Emma (2010). “Improving children’s working memory and classroom performance”. *Educational Psychology*, vol. 30, núm. 2, pp. 203-219. DOI: 10.1080/01443410903509259 (consultado: 21 de septiembre de 2015).
- Titz, Cora y Karbach, Julia (2014). “Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement”, *Psychological Research*, vol. 78, núm.6, pp. 852-868. DOI: 10.1007/s00426-013-0537-1 (consultado: 27 de marzo de 2016).

**Artículo recibido:** 15 de mayo de 2017

**Dictaminado:** 6 de febrero de 2018

**Segunda versión:** 2 de marzo de 2018

**Tercera versión:** 9 de abril de 2018

**Aceptado:** 16 de abril de 2018