

M

Memoria de Trabajo, Inteligencia Fluida y Rendimiento Académico en Niños de Edad Escolar

**Valeska Amor Díaz & Rosario Torres
Díaz**

Departamento de Neurociencias
Educativas. Centro de
Neurociencias de Cuba. La Habana,
Cuba.

Correspondencia: MSc. Valeska Amor Díaz.
Centro de neurociencias de Cuba. Calle 190 &
25 y 27. Cubanacan, Playa, La Habana, Cuba,
CP: 11600 Correo electrónico:
valeska@cneuro.edu.cu

Resumen

En la actualidad existe sustancial evidencia respecto a la relación entre Memoria de Trabajo (MT), Inteligencia Fluida (IF) y Rendimiento Académico (RA). El objetivo del presente estudio fue determinar la contribución única de la MT en la explicación de la IF y el RA en lectura y matemáticas en la edad escolar. Los resultados mostraron que la MT tiene una contribución significativa en la explicación de la IF y el RA en ambas materias escolares. Tanto la modalidad verbal como la visuo-espacial de MT se relacionan independientemente con la IF. La modalidad visuo-espacial se relaciona significativamente con la lectura y las matemáticas, mientras que la modalidad verbal no mostró relación con estas materias escolares. Finalmente se encontró que la MT tiene una contribución única en el aprendizaje escolar una vez controlado el efecto de la IF. En contraste, la IF no tiene una contribución significativa al aprendizaje al controlar el efecto de la MT. Estos resultados tienen importantes implicaciones para la educación, particularmente con respecto a la intervención.

Palabras clave: memoria de trabajo, inteligencia fluida, rendimiento académico, aprendizaje, lectura, matemática.

Working Memory, Fluid Intelligence and Academic Attainment in School-Aged Children

Summary

There is growing evidence concerning the relationships between working memory (WM), fluid intelligence (gF) and academic attainment (AA). The aim of the current

study was to investigate the WM's unique contribution to gF and AA in school-aged children. The findings indicate that children's WM skills have a significant contribution to gF and reading and math outcomes. Verbal and visuo-spatial working memory modalities explain independent processes on gF. Visuo-spatial working memory is related with reading and math; verbal working memory is not related with AA. Additionally, we found WM explains unique learning outcomes variance after statistically controlling for gF. gF, in contrast, did not account unique variance to these learning outcomes. This has important implications for education, especially concerning intervention.

Keywords: working memory, fluid intelligence, academic attainment, learning, reading, math.

Introducción

La Memoria de Trabajo (MT) se refiere a un sistema de capacidad limitada que permite almacenar y manipular información simultáneamente por períodos cortos de tiempo (Baddeley, 1986) y está relacionada con un amplio rango de habilidades cognitivas, como la Inteligencia Fluida (IF) (Conway, Kane, & Engle, 2003; Kane, Hambrick, & Conway, 2005; Oberauer, Schulze, Wilhelm, & Süß, 2005) y el aprendizaje escolar, en dominios básicos como la lectura (Gathercole & Pickering, 2000) y el cálculo matemático (Geary, Hoard, Byrd-Craven, & DeSoto, 2004).

El modelo cognitivo de mayor aceptación para explicar el funcionamiento de la MT es el de Baddeley y Hitch (1974). Aunque el modelo original ha sufrido algunas modificaciones, su organización básica no

ha variado sustancialmente. El núcleo del modelo es el componente ejecutivo central. Este constituye un sistema de capacidad limitada, encargado de funciones cognitivas de alto nivel, como la coordinación de flujo de información dentro de la MT, la recuperación de información desde otros sistemas de memoria permanente; el control atencional; el cambio de una actividad cognitiva a otra; y la actualización del contenido en la MT (Baddeley, 1986; Miyake et al., 2000). El componente ejecutivo central es de dominio general y está relacionado con otros dos componentes de dominio específico: el bucle fonológico, especializado en el mantenimiento de material que puede ser representado en forma verbal-fonológica y la agenda visuo-espacial, que almacena material no verbal. Posteriormente, se adicionó al modelo un cuarto componente: el búfer episódico, responsable de la integración de eventos cognitivos en diferentes dominios de representación (Baddeley, 2000). El modelo multi-componente de Baddeley ha sido sustentado por evidencias en estudios con niños (Alloway, Gathercole, Willis, & Adams, 2004), adultos (para revisión, Baddeley, 1996; Jonides, Lacey, & Nee, 2005), y pacientes neuropsicológicos.

La MT se evalúa mediante tareas complejas, donde se combina la memorización de secuencias de elementos con otras actividades de procesamiento mental simultáneamente (Daneman & Carpenter, 1980). Las tareas para evaluar la MT verbal frecuentemente utilizan palabras, números u oraciones, que deben ser almacenadas y recuperadas en presencia de otra actividad cognitiva demandante (Morra, 1994; Case, Kurland, & Goldberg, 1982). En el caso de la MT visuo-espacial, los participantes deben

memorizar diferentes posiciones en un espacio determinado, que deben ser ordenadas de acuerdo a tamaño, longitud o tiempo de aparición (De Renzi & Nichelli, 1975; Della Sala, Gray, Baddeley, & Wilson, 1997).

Estas medidas de MT han mostrado fuerte relación con la Inteligencia, en particular con la Inteligencia Fluida (IF) (Colom, Flores-Mendoza, & Rebollo, 2003; Conway, Cowan, Bunting, Theriault, & Minkoff, 2002; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Kane et al., 2004; Oberauer et al., 2005; Unsworth, Redick, Heitz, Broadway, & Engle, 2009; van Aken, Kessels, Wingbermühle, van der Veld, & Egger, 2015). Sin embargo, la mayoría de los estudios se han realizado con sujetos adultos, de modo que no se conoce con exactitud hasta dónde los resultados obtenidos pueden extenderse a poblaciones de niños.

En la actualidad, existen dos posiciones opuestas respecto a la relación teórica entre la MT y la IF. Una de ellas sostiene que estos dos constructos se encuentran tan fuertemente relacionados que pueden considerarse idénticos, y se basa, esencialmente, en las altas correlaciones obtenidas en un gran número de trabajos ($r=.99$) (Colom, Rebollo, Palacios, Juan-Espinosa, & Kyllonen, 2004; Jensen, 1998; Stauffer, Ree, & Carretta, 1996). Acorde con ello, sería igual medir las habilidades cognitivas con los test de inteligencia clásicos o con tareas de MT. La explicación alternativa es que la MT comparte propiedades psicométricas con la Inteligencia pero constituye un proceso dissociable de esta (Alloway et al., 2004; Conway et al., 2002; Oberauer et al., 2005). A nivel conceptual, consideran que la MT podría ser entendida como el constructo

explicativo de las habilidades intelectuales y un predictor significativo de la habilidad de razonamiento, y la inteligencia general.

Los estudios realizados con niños generalmente concuerdan en que la MT y la IF se encuentran relacionados pero son constructos diferentes (Alloway et al., 2004; Engel de Abreu, Conway, & Gathercole, 2010; Fry & Hale, 2000; Swanson, 2004); y las correlaciones halladas son relativamente más discretas, en un rango de 0.20 a 0.60. En un estudio de De Ribaupierre & Lecerf (2006), por ejemplo, se encontró que la MT podía explicar el 54% de la varianza en el Test de Matrices Progresivas de Raven en niños y adultos jóvenes. Asimismo, Fry & Hale (2000) encontraron que gran parte del incremento en la inteligencia fluida asociado a la edad podía ser atribuido al desarrollo de la MT, de modo que, mayor capacidad en la MT del niño se traduce en mayor cantidad de información disponible para resolver problemas.

Al respecto, sería interesante analizar el tipo de tareas usadas para evaluar la MT en niños. Para ello, es necesario adaptar las tareas existentes para la evaluación de adultos o bien, diseñar nuevas tareas. En la edad escolar, los niños están en proceso de adquisición de habilidades básicas de lectura y cálculo matemático, de modo que no deben ser usadas tareas en las que la medida de MT dependa de estas habilidades, como son la tarea de Amplitud de Lectura ([*Reading Span Task*], Daneman & Carpenter, 1980) y la tarea del Contador ([*Counting Span Task*], Case, Kurland, & Goldberg, 1982) tan ampliamente utilizadas en estudios con adultos. Por otro lado, las tareas deben ser atractivas desde el punto de vista del diseño, no demasiado extensas y presentadas en forma de juego.

Debido a la relativa dificultad en el diseño de tareas para evaluar niños de forma confiable, muchos autores han usado frecuentemente adaptaciones de tareas ya existentes, que se centran en la evaluación de la MT verbal mientras que, la MT visuo-espacial ha sido mucho menos estudiada. Por lo que, son pocos los trabajos que evalúan la contribución separada de los dominios verbal y visuo-espacial en la predicción de la Inteligencia en niños (Tillman, Nyberg, & Bohlin, 2008).

Además de sus vínculos con la IF, la MT se ha visto asociada con el Rendimiento Académico (RA) (Alloway, Gathercole, & Elliott, 2010; Berninger et al., 2010; Swanson, 2011). Algunos estudios han mostrado que el desempeño de los niños en MT al inicio de la enseñanza formal puede ser un predictor efectivo del éxito escolar posterior (Alloway et al., 2005; Gathercole, Brown, & Pickering, 2003). Asimismo, las puntuaciones en tareas de MT predicen el desempeño en tareas de lectura independientemente de medidas de habilidades fonológicas específicas (Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004) y bajos puntajes en la MT se relacionan con dificultades en la resolución de problemas aritméticos (Swanson, 2015) y en las habilidades de cálculo (Bull & Scherif, 2001).

La mayoría de los estudios antes mencionados, al referirse a medidas de MT, utilizan solo material verbal o numérico y los resultados obtenidos suelen ser de diferente naturaleza: algunos han encontrado que la MT verbal es relevante tanto en habilidades de escritura, lectura y comprensión lectora como matemáticas (Alloway 2009; Gathercole, Pickering, Knight, & Stegmann, 2004), mientras que otros encuentran que esta modalidad de MT

no presenta valor predictivo de la habilidad matemática (Garthercole et al., 2003; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Por otra parte, existe una menor cantidad de estudios donde se evalúa la MT visuo-espacial. En estos, se ha visto que dicha modalidad está relacionada con las habilidades matemáticas, pero no con las habilidades lingüísticas y la lectura (Jarvis & Gathercole 2003; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). En consecuencia con lo anterior, un estudio donde se incluyan ambas medidas de MT, verbal y visuo-espacial, en relación con los dominios escolares de lectura y matemáticas, y se realice un análisis de los vínculos únicos existentes entre estas medidas, podría esclarecer la relación existente e indicar predictores específicos de los problemas de aprendizaje. El presente estudio tiene como objetivo determinar la contribución única de la MT, y sus modalidades verbal y visuo-espacial, en la explicación de la IF y el RA en niños de edad escolar.

Método

Participantes

Fueron evaluados con tareas de IF y MT 67 niños de segundo a sexto grado de enseñanza primaria regular (38 niñas y 29 niños) con una media de edad de 9,5 años (D.E.=1,3). Se seleccionó aleatoriamente uno de los salones de clase de cada grado escolar y se evaluaron todos los niños de dicho salón.

De la muestra inicial, se reevaluaron los niños de cuarto y quinto grado, 32 en total (20 niñas y 12 niños) con una media de edad de 10,1 años (D.E.=0,7), con tareas específicas de rendimiento académico en lectura y matemática.

Procedimiento

Los niños fueron evaluados en tres sesiones individuales de 20 minutos cada una; y en dos sesiones grupales. En la primera sesión individual, se evaluó la IF con el Test de Matrices Progresivas Coloreadas de Raven. En la segunda, se aplicaron las tareas experimentales de MT verbal y visuo-espacial; y en la tercera, se evaluó la lectura y comprensión oral. Estas tareas se aplicaron de forma automatizada mediante un ordenador portátil. Se utilizaron auriculares en la aplicación de la tarea de MT verbal. Los niños fueron evaluados en una habitación tranquila dentro de la escuela.

En las sesiones grupales se aplicaron las tareas de matemáticas, de forma colectiva y en formato de papel y lápiz. Los niños fueron evaluados primero con la prueba de fluidez en el cálculo matemático y luego con la prueba de competencia matemática con control de tiempo de ejecución. Se obtuvo el consentimiento de los padres de los niños participantes en el estudio.

» *Descripción de las Tareas*

› Test de Matrices Progresivas Coloreadas de Raven (Raven, Court, & Raven, 1993). Se utilizó la norma de Hazbún et al. (2000).

› Tarea de Memoria de Trabajo Verbal (McInerney, Hramok, & Kerns, 2005): Se presentan series de 2 a 7 palabras en modalidad auditiva. El niño debe memorizar y repetir las palabras inmediatamente después de terminada la presentación, ordenándolas de acuerdo al tamaño real de los objetos que denominan, desde el más pequeño hasta el más grande. Por ejemplo, para un ensayo de dos palabras: camión-libro, el niño debe contestar: libro-camión. Si bien esta tarea presenta un componente espacial pues involucra comparación de imágenes mentales, el material a recordar

es esencialmente verbal, por lo cual, el almacenamiento y la recuperación de la información se realizan en el almacén verbal. La tarea comienza con un bloque de entrenamiento que contiene 4 ensayos: 2 de 2 elementos, 1 de 3 elementos y 1 de 4 elementos. A continuación se presenta un bloque de evaluación de 12 ensayos, 2 para cada cantidad de elementos (2, 3, 4, 5, 6, 7). Se incluyeron palabras de dos o tres sílabas con alta frecuencia de utilización y se igualó la cantidad de sílabas total a recordar en las dos series con la misma cantidad de elementos. Se calificó asignando 1 punto por cada dos objetos ordenados correctamente de acuerdo a su tamaño. Para un ensayo de 3, por ejemplo, la puntuación máxima sería de 2 puntos. La medida de MT verbal se calculó dividiendo la cantidad de puntos obtenida por el niño entre 42, que es la cantidad máxima posible de puntos que se puede obtener en la prueba.

› Tarea de Memoria de Trabajo Visuo-Espacial (Tillman et al., 2008): Se presentan series de 2 a 6 pelotas de playa en modalidad visual, de 6 diámetros diferentes (4 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 17 mm, 20 mm), en 20 posiciones distintas de la pantalla. El niño debe memorizar el tamaño y las localizaciones de la pantalla donde aparecieron las pelotas. La tarea del sujeto consiste en seleccionar con un click, una vez terminada la presentación de la serie completa, las localizaciones de la pantalla donde aparecieron las pelotas, ordenándolas de acuerdo al tamaño, desde la más pequeña hasta la más grande. Las pelotas se presentan sobre un fondo blanco, rodeadas por un círculo exterior estándar de 25 mm de diámetro. La respuesta se considera válida en un área que abarca 18 mm después del perímetro del círculo exterior. La distancia mínima

entre dos pelotas es de 20 mm a partir del círculo exterior. Las localizaciones no se solapan entre sí. Los ensayos comienzan con un punto de fijación que permanece en pantalla durante 400 milisegundos. El tiempo interestímulo fue aleatorio entre 700 y 1200 milisegundos. Se presenta un bloque de entrenamiento que contiene 4 ensayos: 2 de 2 elementos, 1 de 3 elementos y 1 de 4 elementos. A continuación se presentan 3 bloques de evaluación de 15 ensayos cada uno, 3 ensayos para cada cantidad de elementos (2, 3, 4, 5, 6). Se calificó asignando 1 punto por cada dos localizaciones ordenadas correctamente de acuerdo al tamaño de la pelota. Para un ensayo de 3, por ejemplo, la puntuación máxima posible es 2 puntos. La medida de MT visuo-espacial se calculó dividiendo la cantidad de puntos obtenida por el niño entre la cantidad máxima posible de puntos que se puede obtener en la prueba, que es 135 en este caso. Se calculó además una variable de MT (total) como la sumatoria del puntaje obtenido en las tareas de MT verbal y visuo-espacial.

› Prueba de Fluidez de Lectura y Comprensión Oral. Adaptación de la tarea propuesta en la Batería para la Evaluación Cognitiva de la Lectura de Reigosa, Pérez-Abalo, Manzano y Antelo (1994). Se presenta un texto centrado en la pantalla de un ordenador portátil, que el niño debe leer en voz alta. Terminada la lectura, se debe responder verdadero o falso a diez afirmaciones referidas a lo leído. Se recoge el tiempo total de lectura presionando una tecla cuando el niño comienza la lectura y otra cuando la termina; y las respuestas a las preguntas de comprensión mediante teclas para indicar respuesta verdadera o falsa. La eficiencia de la lectura oral se calcula dividiendo el tiempo total de lectura

entre la cantidad de aciertos en las preguntas de comprensión.

› Prueba de Competencia Matemática con control de tiempo de ejecución. Se compone de cuatro bloques de ejercicios: I. Enumeración, II. Conversión de magnitudes, III. Aritmética y IV. Problemas. La prueba se resuelve por bloques. Para el primer bloque el tiempo disponible es 6 min a ambos grados; para el segundo 15; para el tercero, 16 a los niños de cuarto grado y 20 a los de quinto; y para el cuarto bloque, 23 min a ambos. Los tiempos de ejecución fueron calibrados en una fase previa de pilotaje del instrumento. Se califica con 1 punto cada respuesta correcta y se calcula la competencia matemática por el puntaje total obtenido en la prueba.

› Prueba de Fluidez del Cálculo Matemático. Está compuesto por 100 ítems donde se presentan operaciones matemáticas de adición, sustracción y multiplicación de números entre 1 y 9. Los niños deben contestar todos los ítems que puedan en un tiempo de 3 minutos. Se califica con 1 punto cada respuesta correcta. Se calcula la fluidez del cálculo dividiendo la cantidad de preguntas correctas respondidas por el niño entre 100, que es la cantidad total de preguntas a responder.

Análisis Estadístico

Se realizaron análisis de correlación para determinar relaciones entre todas las variables de interés. Un Análisis de Regresión Lineal para determinar la contribución o aporte de una variable dada a la explicación de la varianza en otra, que se supone más general; y Análisis de Regresión Jerárquica, que permiten determinar la contribución única de una variable dada en la explicación de la varianza en la variable de interés,

controlando, en cada paso, factores que se conoce afectan la variable de interés. Este último tipo de procesamiento es un método altamente conservador de evaluar la relación única existente cuando se tiene un conjunto de variables que se hallan relacionadas unas con otras, como es el caso.

Resultados

Se obtuvieron coeficientes de correlación significativos entre la IF y la MT total ($r=0.57$); la MT visuo-espacial ($r=0.51$); y la MT verbal ($r=0.43$), $p<0.05$. Se realizó un análisis de regresión lineal para determinar la contribución de la MT total en la predicción de la IF. Los resultados

mostraron que MT tiene una contribución significativa del 32%, $B=0.58$, $p<0.05$, $F(1,65)=32$, $R^2=0.32$, en la explicación de IF. Se realizó, además, un análisis de regresión jerárquica para determinar la contribución única de cada modalidad de MT en la predicción de la IF. Se controló el efecto de la edad de los niños en el primer nivel en todos los análisis. Los resultados mostraron que ambas modalidades de MT tienen una contribución significativa independiente en la IF, como se muestra en la Tabla 1. La medida conjunta de MT (total) explica mayor cantidad de varianza en la IF (32%) que la explicada por cada modalidad independientemente, verbal (6%) y visuo-espacial (15%).

Tabla 1

Análisis de regresión jerárquica para la predicción de la inteligencia fluida.

	Inteligencia Fluida (IF)			
	R ²	ΔR ²	ΔF	β
Modelo 1				
Edad	,061	,075	5,307*	,275*
MT (verbal)	,170	,120	9,518*	,400*
MT (espacial)	,319	,155	15,006*	,427*
Modelo 2				
Edad	,061	,075	5,307*	,275*
MT (espacial)	,264	,211	18,885*	,486*
MT (verbal)	,319	,064	6,190*	,299*

Nota. MT, memoria de trabajo.
* $p<,05$

Se encontraron coeficientes de correlación significativos entre las variables de RA con la IF y con la MT, como se muestra en la Tabla 2. La modalidad visuo-espacial de MT mostró correlación con todas las variables de RA; en cambio, la modalidad verbal sólo correlacionó con la competencia matemática. Asimismo, las modalidades verbal y visuo-espacial de MT no se

relacionan entre sí. Las variables de RA correlacionan significativamente entre sí.

Se realizaron, además, análisis de regresión jerárquica para determinar la contribución única de la IF y la MT en la predicción del RA. Se controló el efecto de la edad de los niños en todos los análisis. Los resultados indican que la MT tiene una contribución significativa en la eficiencia de

la lectura y comprensión oral, la competencia matemática y la fluidez del cálculo matemático, controlado el efecto de la IF, como se muestra en la Tabla 3,

Modelo 1; por el contrario, la influencia de la IF en estas variables desaparece cuando se controla el efecto de la MT (Tabla 3, Modelo 2).

Tabla 2

Coefficientes de correlación entre las variables evaluadas.

	1	2	3	4	5	6	7
1. IF	1,00	-	-	-	-	-	-
2. MT (total)	0,60*	1,00	-	-	-	-	-
3. MT (espacial)	0,50*	0,82*	1,00	-	-	-	-
4. MT (verbal)	0,43*	0,74*	0,22	1,00	-	-	-
5. Competencia matemática	0,45*	0,56*	0,49*	0,38*	1,00	-	-
6. Fluidez cálculo matemático	0,42*	0,59*	0,62*	0,26	0,50*	1,00	-
7. Eficiencia lectura y comprensión oral	0,42*	0,59*	0,66*	0,22	0,42*	0,65*	1,00

Nota. IF, inteligencia fluida; MT, memoria de trabajo.

* $p < ,05$

Tabla 3

Análisis de regresión jerárquica para la predicción del rendimiento académico.

		Eficiencia en la Lectura Oral									
		R ²	ΔR ²	ΔF	β			R ²	ΔR ²	ΔF	β
Modelo 1						Modelo 2					
Edad		-,011	,022	,664	,147	Edad		-,011	,022	,664	,147
IF		,117	,152	5,353*	,430*	MT		,300	,324	14,352*	,597*
MT		,285	,180	7,821*	,532*	IF		,285	,009	,385	,124
		Fluidez en el Cálculo Matemático									
		R ²	ΔR ²	ΔF	β			R ²	ΔR ²	ΔF	β
Modelo 1						Modelo 2					
Edad		,105	,134	4,638*	,366*	Edad		,105	,134	4,638*	,366*
IF		,169	,089	3,310	,328	MT		,339	,248	11,640*	,522*
MT		,317	,160	7,270*	,502*	IF		,317	,001	,041	,040
		Competencia Matemática									
		R ²	ΔR ²	ΔF	β			R ²	ΔR ²	ΔF	β
Modelo 1						Modelo 2					
Edad		-,028	,006	,166	-,074	Edad		-,028	,006	,166	-,074
IF		,241	,284	11,596*	,587*	MT		,342	,379	17,875*	,646*
MT		,379	,150	7,489*	,485*	IF		,379	,055	2,735	,308

Nota. IF, inteligencia fluida; MT, memoria de trabajo.

* $p < ,05$

Asimismo, se realizaron análisis de regresión jerárquica para determinar la

contribución única de las modalidades verbal y visuo-espacial de la MT en la

predicción del RA. Se controló el efecto de la edad y de la IF en todos los análisis. Los resultados mostraron que la modalidad espacial de MT constituye un predictor significativo de la eficiencia en la lectura y comprensión oral, la competencia

matemática y la fluidez del cálculo matemático, como se muestra en la Tabla 4, Modelo 1; mientras que la modalidad verbal no tiene influencia significativa en ninguna de las variables de RA evaluadas (Tabla 4, Modelo 2).

Tabla 4

Análisis de regresión jerárquica para la predicción del rendimiento académico por las modalidades verbal y espacial de MT.

Eficacia en la Lectura Oral									
	R ²	ΔR ²	ΔF	B		R ²	ΔR ²	ΔF	B
Modelo 1					Modelo 2				
Edad	-,011	,022	,664	,147	Edad	-,011	,022	,664	,174
IF	,117	,152	5,353*	,430	IF	,117	,152	5,353*	,430*
MT (verbal)	,088	,002	,079	,054	MT (verbal)	,389	,274	13,889*	,604*
MT (espacial)	,369	,274	13,451*	,604	MT (espacial)	,369	,002	,115	,054
Fluidez en el Cálculo Matemático									
	R ²	ΔR ²	ΔF	B		R ²	ΔR ²	ΔF	B
Modelo 1					Modelo 2				
Edad	,105	,134	4,638*	,366*	Edad	,105	,134	4,638*	,366*
IF	,169	,089	3,310	,328	IF	,169	,089	3,310	,328
MT (verbal)	,145	,005	,193	,081	MT (verbal)	,383	,220	11,053*	,541*
MT (espacial)	,366	,220	10,764*	,541*	MT (espacial)	,366	,005	,262	,082
Competencia Matemática									
	R ²	ΔR ²	ΔF	B		R ²	ΔR ²	ΔF	B
Modelo 1					Modelo 2				
Edad	-,028	,006	,166	-,074	Edad	-,028	,006	,166	-,074
IF	,241	,284	11,596*	,587*	IF	,241	,284	11,596*	,587*
MT (verbal)	,273	,054	2,288	,258	MT (verbal)	,321	,097	4,438*	,360*
MT (espacial)	,358	,097	4,694*	,360*	MT (espacial)	,358	,054	2,594	,258

Nota. IF, inteligencia fluida; MT, memoria de trabajo.

* p<,05

Discusión

En el presente estudio se evaluó la contribución única de la MT, en la explicación de la IF y el RA en niños de edad escolar. Respecto a la relación entre la MT y la IF, nuestros resultados son congruentes con estudios previos en niños que han reportado coeficientes de correlación significativos entre la IF y la MT (Cohen & Sandberg, 1980; de Jong & Das-Smaal, 1995; Engel de Abreu et al., 2010; Fry & Hale, 1996; Swanson, 2004). El valor

de la correlación obtenida (entre .43 y .57) se corresponde con los reportados en poblaciones de niños de similares rangos de edad a los del presente estudio: .37-.41 (Alloway & Alloway, 2010); .56-.61 (Vock & Holling, 2008) y .42-.49 (Alloway, 2009). Además, se encontró que la MT tiene una contribución significativa (32%) en la explicación de IF. Otros autores han reportado valores superiores: 72% en adultos (Oberauer et al., 2005); y 54% en niños y adolescentes (De Ribaupierre &

Lecerf, 2006). Estos resultados se podrían considerar como evidencia de que MT está fuertemente involucrada, desde edades tempranas, en la resolución de tareas de capacidad intelectual, particularmente en las que requieren de habilidades fluidas.

Asimismo, se encontró que las modalidades de MT tienen una contribución única en la explicación del rendimiento en la IF, resultados similares son reportados por Mackintosh & Bennett (2003) y Tillman et al. (2008). Ello indica que las modalidades verbal y visuo-espacial explican procesos cognitivos relativamente independientes en la IF. Shah y Miyake (1996) mostraron que la modalidad, en ambos componentes, almacenaje y procesamiento de la MT, juega un rol crítico en la predicción del desempeño en tareas cognitivas complejas. Esto implicaría que existen recursos separados para los dominios verbal y visuo-espacial, no solo para el almacenaje sino también para el procesamiento. Dicho en otras palabras, la manipulación en nuestra tarea de MT verbal involucra primariamente elementos verbales, mientras que la manipulación en nuestra tarea de MT visuo-espacial involucra primariamente elementos visuo-espaciales. Este resultado sugiere que, en niños, los procesos ejecutivos de MT podrían ser vistos como de dominio específico.

Particularmente importante resulta la medida de la MT visuo-espacial en la explicación de la IF evaluada a través del Test de Matrices Progresivas Coloreadas de Raven. El hecho de que la información relevante a procesar sea de naturaleza no verbal podría explicar la alta contribución de esta modalidad en comparación con la modalidad verbal. Los resultados apuntan, sin embargo, que una evaluación completa

de la MT debe tener en cuenta ambas modalidades.

Algunos autores han sugerido que el factor que subyace a la asociación entre la MT y el RA es el Coeficiente Intelectual (Nation, Adams, Bowyer-Crane, & Snowling, 1999; Stothard & Hulme, 1992). Ello se debe a que se ha visto que niños con rendimiento intelectual bajo muestran bajas puntuaciones en tareas de MT (Henry, 2001; Maehler & Schuchardt, 2009; Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der Molen, 2007) y niños con rendimiento intelectual superior muestran puntajes altos en MT (Vock & Holling, 2008). No obstante, los resultados encontrados indican que la MT tiene una contribución única en el RA, cuando se controla estadísticamente el efecto de IF, lo cual está en concordancia con estudios previos (Alloway & Alloway, 2010; Cain, Oakhill, & Bryant, 2004; Gathercole, Alloway, Willis, & Adams, 2006). Por el contrario, la contribución de IF en el RA desaparece una vez controlado el efecto de MT (Alloway, 2009).

Visto así, podría pensarse que es suficiente con evaluar la MT en la predicción del RA, e incluso de la IF. Sin embargo, la IF es algo más que la MT y ello puede estudiarse en la propia definición de los trastornos de aprendizaje. Muchos estudios han mostrado que niños con dificultades de aprendizaje en lectura y/o matemáticas y trastorno del lenguaje muestran puntajes significativamente bajos en MT, en presencia de capacidad intelectual conservada (Maehler & Schuchardt, 2009; Pickering & Gathercole, 2001). Esto sugiere que, aunque la MT y la IF se encuentran relacionadas, no son constructos idénticos. Así, los resultados hallados permiten asegurar que la MT constituye un proceso de gran relevancia en el aprendizaje de los

niños, pero no debe ser usado como herramienta diagnóstica de la Inteligencia. Hasta tanto no se tenga claridad respecto a todos los componentes cognitivos que están involucrados en la IF no se puede prescindir de su evaluación tradicional. Estudios futuros deben ir encaminados a este propósito.

El análisis por modalidad mostró que la MT visuo-espacial constituye un buen predictor del RA, tanto para la competencia lectora como matemática. Por el contrario, la MT verbal, no mostró relación con ninguna de estas variables. La MT visuo-espacial se ha visto asociada a la competencia matemática (Ashkenazi, Rosenberg-Lee, Metcalfe, Swigart, & Menon, 2013; Metcalfe, Ashkenazi, Rosenberg-Lee, & Menon, 2013). De hecho, se ha encontrado que los déficits en la MT visuo-espacial constituyen el único componente de la MT que diferencia a niños con dificultades en las matemáticas de niños con dificultades en la lectura (Swanson & Jerman, 2006), y que pobres habilidades de MT visuo-espacial se relacionan específicamente con problemas en tareas de resolución de problemas aritméticos y operaciones de fluidez matemática (Ashkenazi et al., 2013). Los resultados encontrados apoyan estas afirmaciones.

Respecto a la relevancia de la MT visuo-espacial en la lectura, los datos existentes son más limitados: algunos autores reportan diferencias significativas entre sujetos con buena y pobre comprensión lectora en tareas de MT visuo-espacial, aunque con menor significación que en tareas de MT verbal (Cornoldi, De Beni, & Pazzaglia, 1996); otros, no encuentran diferencia significativas en la MT visuo-espacial entre los grupos (Nation et al., 1999). Lo que sugiere que la comprensión

lectora está fuertemente relacionada con la MT, pero en su modalidad verbal.

Sin embargo, podría ser que el componente atencional de la MT visuo-espacial, más que el de dominio, pudiera estar explicando la relación hallada en el presente estudio con la eficiencia en la lectura y comprensión oral. En un meta-análisis llevado a cabo por Carretti, Borella, Cornoldi, y De Beni (2009), se encontró que las tareas que tienen altas demandas en términos de recursos atencionales, son mejores predictores del desempeño en la comprensión lectora que las medidas simples de capacidad de memoria; y que, aunque las diferencias entre grupos de niños y adultos buenos lectores y pobres lectores son más significativas en tareas de MT verbal, también se encuentran diferencias marginales en MT visuo-espacial.

Con relación a la MT verbal, algunos autores han encontrado que tiene una contribución importante en la habilidad matemática, pero estos estudios han usado tareas de MT verbal en las que el material a almacenar y manipular son números (Geary, Hamson, & Hoard, 2000; Geary, Hoard, & Hamson, 1999; Landerla, Bevana, & Butterworth, 2004; Wu et al., 2008). Otros estudios, utilizando material verbal como por ejemplo palabras, no han hallado relación entre MT verbal y la habilidad matemática, por el contrario, reportan desempeño similar en estas tareas entre niños normales y niños con dificultades en las matemáticas (Hitch & McAuley, 1991; Passolunghi & Siegel, 2001, 2004; Siegel & Ryan, 1989). Dado que la tarea usada en el presente estudio no involucra números sino palabras, ello podría explicar la no contribución de la MT verbal a la competencia matemática.

A diferencia de las matemáticas, la hipótesis de que la MT verbal constituye un predictor significativo de las habilidades de lectura y comprensión lectora ha tenido múltiples resultados que la sustentan (Cain et al., 2004; Gathercole & Pickering, 2000; Gathercole et al., 2006; McVay & Kane, 2012; Nevo & Breznitz, 2011; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004). Sin embargo, los resultados del presente estudio se hallan en contradicción con estas evidencias. Al revisar en detalle el diseño de las tareas utilizadas, consideramos que ello podría deberse a la forma en que fueron calificadas las respuestas de los niños. En un ensayo de tres elementos, el niño puede obtener un máximo de dos puntos, uno por cada pareja de elementos ordenada correctamente de acuerdo con su tamaño. Para obtener un punto, el niño debe recordar el primer y segundo elemento, o bien, el segundo y tercero (elementos consecutivos). Sin embargo, si el niño recuerda el primer y último elemento, a pesar de que el orden sea correcto, obtiene una puntuación de 0. La implementación de esta forma de calificación se debe a la intención de diferenciar entre el niño que recuerda el primer y el último elemento de la lista, debido a los efectos facilitadores de primacía y recencia y el niño que logra organizar parejas de elementos consecutivos correctamente. Sin embargo, resulta demasiado restrictiva especialmente en los ensayos de mayor cantidad de elementos donde la probabilidad de olvidar elementos intermedios se incrementa. La misma forma de calificación fue implementada para la tarea de MT visuo-espacial, pero en este caso se utilizaron 3 bloques (45 ensayos), mientras que en MT verbal se utilizó un único bloque (12 ensayos), lo que permitió, probablemente,

que las diferencias individuales en MT visuo-espacial se manifestaran a pesar de lo restrictivo de la calificación. Es posible que una calificación demasiado restrictiva de las respuestas de los niños unida al uso de un procedimiento estadístico riguroso como lo es la regresión jerárquica, y una muestra relativamente pequeña condujeran a la no diferenciación suficiente de la habilidad de MT verbal. Estudios posteriores deben encaminarse a esclarecer la naturaleza de este resultado.

De manera general podría concluirse que los resultados del presente estudio apoyan la hipótesis de que la MT no es un simple intermediario de la Inteligencia, sino una habilidad cognitiva dissociable de esta, y con una contribución única al aprendizaje escolar. Una explicación a por qué niños con problemas de MT muestran pobre desempeño en tareas escolares podría ser que muchas de las actividades realizadas en clase presentan altas demandas de MT. Estos niños frecuentemente no pueden asumir estas demandas y no logran adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para el aprendizaje en materias básicas como la lectura y el cálculo matemático (Gathercole, Lamont, & Alloway, 2006). Respecto a la intervención, algunos estudios han mostrado que el entrenamiento cognitivo mediante tareas de MT produce cambios en la actividad de la corteza frontal y parietal, y los ganglios basales, y en la densidad de receptores de dopamina (Klingberg, 2010); y que los efectos de esta intervención neurocognitiva se transfieren a otras habilidades complejas como la comprensión lectora y la resolución de problemas matemáticos (Holmes et al., 2015; Holmes, Gathercole, & Dunning, 2009; Swanson, 2015). Estos hallazgos sustentan nuestros resultados y apoyan la utilización de programas de entrenamiento

de la MT para estimular y potenciar habilidades cognitivas complejas.

Referencias

Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment, 25*, 92-98. doi:10.1027/1015-5759.25.2.92

Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology, 106*, 20-29. doi:10.1016/j.jcep.2009.11.003

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Adams, A. M., Willis, C. Eaglen, R., & Lamont, E. (2005). Working memory and other cognitive skills as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology, 23*, 417-426. doi:10.1348/026151005X26804

Alloway, T.P., Gathercole, S. E., & Elliott, J. (2010). Examining the link between working memory behavior and academic attainment in children with ADHD. *Developmental Medicine & Child Neurology, 52*, 632-636. doi:10.1111/j.1469-8749.2009.03603.x

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*, 85-106. doi:10.1016/j.jcep.2003.10.002

Ashkenazi, S., Rosenberg-Lee, M., Metcalfe, A. W., Swigart, A. G., & Menon, V. (2013) Visuo-spatial working memory is an important source of domain-general

vulnerability in the development of arithmetic cognition. *Neuropsychology, 51*(11), 2305-2317. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2013.06.031

Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.

Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49A*, 5-28. doi:10.1080/71355608

Baddeley, A. D. (2000). Working Memory. *Science, 255*, 556-559. doi:10.1126/science.1736359

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. En G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.

Berninger, V., Abbott, R., Swanson, H., Lovitt, D., Trivedi, P., Lin, S.,...Amtmann, D. (2010). Relationship of word- and sentence-level working memory to reading and writing in second, fourth and sixth grade. *Language, Speech and Hearing Services in Schools, 41*, 179-193. doi: 10.1044/0161-1461(2009/08-0002

Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Shifting, inhibition, and working memory. *Developmental Neuropsychology, 19*, 273-293. doi:10.1207/S15326942DN1903_3

Cain, K., Oakhill, J., & Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal*

of *Educational Psychology*, 96, 31-42. doi:10.1037/0022-0663.96.1.31

Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19, 246-251. doi: 10.1016/j.lindif.2008.10.002

Case, R., Kurland, M., & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404. doi:10.1016/0022-0965(82)90054-6

Cohen, R. L., & Sandberg, T. (1980). Intelligence and short-term memory: A clandestine relationship. *Intelligence*, 4, 319-331. doi:10.1016/0160-2896(80)90026-4

Colom, R., Flores-Mendoza, C., & Rebollo, I. (2003). Working memory and intelligence. *Personality and Individual Differences*, 34, 33-39. doi:10.1016/S0191-8869(02)0023-5

Colom, R., Rebollo, I., Palacios, A., Juan-Espinosa, M., & Kyllonen, P. C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 32, 277-296. doi: 10.1016/j.intell.2003.12.002

Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 163-183. doi:10.1016/S0160-2896(01)00096-4

Conway, A. R. A., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and

its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 547-552. doi: 10.1016/j.tics.2003.10.005

Cornoldi, C., De Beni, R., & Pazzaglia, F. (1996). Reading comprehension profiles difficulties: An analysis of single case. En C. Cornoldi, & J. Oakhill (Eds), *Reading Comprehension Difficulties: Process and interventions* (pp. 113-136). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466. doi:10.1016/S0022-5371(80)90312-6

de Jong, P. F., & Das-Smaal, E. A. (1995). Attention and intelligence: the validity of the star counting test. *Journal of Educational Psychology*, 87(1), 80-92. doi: 10.1037/0022-0663.87.1.80

De Renzi, E., & Nichelli, P. (1975). Verbal and nonverbal short term memory impairment following hemispheric damage. *Cortex*, 11, 341-354. doi:10.1016/S0010-9452(75)80026-8

De Ribaupierre, A., & Lecerf, T. (2006). Relationships between working memory and intelligence from a developmental perspective: Convergent evidence from a neo-Piagetian and a psychometric approach. *European Journal of Cognitive Psychology*, 18, 109-137. doi: 10.1080/09541440500216127

Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A. D., & Wilson, L. (1997). *Visual patterns test*. Bury St Edmonds, England: Thames Valley Test Company.

Engel de Abreu, P. M. J., Conway, A. R. A., & Gathercole, S. E. (2010) Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence*, 38(6), 552-561. doi:10.1016/j.intell.2010.07.003

Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology. General*, 128, 309-331. doi:10.1037/0096-3445.128.3.309

Fry, A. F., & Hale, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence: Evidence for a developmental cascade. *Psychological Science*, 7(4), 237-241. doi: 10.1111/j.1467-9280.1996.tb00366.x

Fry, A. F., & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological Psychology*, 54, 1-34. doi: 10.1016/S0301-0511(00)00051-X

Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. S., & Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 265-281. doi:10.1016/j.jecp.2005.08.003

Gathercole, S. E., Brown, L., & Pickering, S.J. (2003). Working memory assessments at school entry as longitudinal predictors of National Curriculum attainment levels. *Educational & Child Psychology*, 20, 109-122.

Gathercole, S. E., Lamont, E., & Alloway, T. P. (2006). Working memory in the classroom. En S. Pickering (Ed.), *Working*

Memory and Education (pp. 219-240). Oxford, UK: Elsevier.

Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70(2), 177-194. doi:10.1348/000709900158047

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from National Curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 1-16. doi:10.1002/acp.934

Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 236-263. doi: 10.1006/jecp.2000.2561

Geary, D. C., Hoard, M., Byrd-Craven, J. & DeSoto, M. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 121-151. doi: 10.1016/j.jecp.2004.03.002

Geary, D. C., Hoard, M. K., & Hamson, C. O. (1999). Numerical and arithmetical cognition: Patterns of functions and deficits in children at risk for a mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 213-239. doi:10.1006/jecp.1999.2515

Hazbún, J., Forno, H., Ivanovic, D., Durán, M. C., Castro, C., & Ivanovic, R. (2000). Estudio de la capacidad intelectual en escolares chilenos de 5 a 18 años.: I. Antecedentes generales, normas y recomendaciones. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 53(1), 5-30.

Henry, L. A. (2001). How does the severity of a learning disability affect working memory performance? *Memory*, 9, 233-247. doi:10.1080/09658210042000085

Hitch, G. J., & McAuley, E. (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British Journal of Psychology*, 82(3), 375-386. doi:10.1111/j.2044-8295.1991.tb02406.x

Holmes, J., Butterfield, S., Cormack, F., van Loenhoud, A., Ruggero, L., Kashikar, L., & Gathercole, S. (2015). Improving working memory in children with low language abilities. *Frontiers in Psychology*, 6, 519. doi:10.3389/fpsyg.2015.00519

Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, F9-F15. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x

Jarvis, H. L., & Gathercole, S. E. (2003). Verbal and non verbal working memory and achievements on national curriculum test at 11 and 14 of age. *Educational and Child Psychology*, 20, 123-140.

Jensen, A. R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. Westport, CT: Praeger.

Jonides, J., Lacey, S. C., & Nee, D. E. (2005). Processes of working memory in mind and brain. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 2-5. doi:10.1111/j.0963-7214.2005.00323.x

Kane, M. J., Hambrick, D. Z., & Conway, A. R. A. (2005). Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 66-71. doi:10.1037/0033-2909.131.1.66

Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent variable approach to verbal and visuo-spatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 189-217. doi:10.1037/00963445.133.2.189

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 317-324. doi:10.1016/j.tics.2010.05.002

Landerla, K., Bevana, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old students. *Cognition*, 93, 99-125. doi: 10.1016/j.cognition.2003.11.004

Mackintosh, N. J., & Bennett, E. S. (2003). The fractionation of working memory maps onto different components of intelligence. *Intelligence*, 31, 519-531. doi: 10.1016/S0160-2896(03)00052-7

Maehler, C., & Schuchardt, K. (2009). Working memory functioning in children with learning disabilities: Does intelligence make a difference? *Journal of Intellectual*

Disability Research, 53, 3-10.
doi:10.1111/j.1365-2788.2008.01105.x

McInerney, R. J., Hramok, M., & Kerns, K. A. (2005). The children's size-ordering task: A new measure of non-verbal working memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27(6), 735-745. doi:10.1081/13803390490918633

McVay, J. C., & Kane, M. J. (2012). Why does working memory capacity predict variation in reading comprehension? On the influence of mind wandering and executive attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(2), 302-320. doi:10.1037/a0025250

Metcalf, A. W., Ashkenazi, S., Rosenberg-Lee, M., & Menon, V. (2013). Fractionating the neural correlates of individual working memory components underlying arithmetic problem solving skills in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 6, 162-175. doi:10.1016/j.dcn.2013.10.001

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734

Morra, S. (1994). Issues in working memory measurement: Testing for M capacity. *International Journal of Behavioural Development*, 17, 143-159. doi:10.1177/016502549401700109

Nation, K., Adams, J. W., Bowyer-Crane, C. A., & Snowling, M. J. (1999). Working memory deficits in poor comprehenders reflect underlying language impairments.

Journal of Experimental Child Psychology, 73(2), 139-158. doi:10.1006/jecp.1999.2498

Nevo, E., & Breznitz, Z. (2011). Assessment of working memory components at 6 years of age as predictors of reading achievements a year later. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(1), 73-90. doi:10.1016/j.jecp.2010.09.010

Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O., & Süß, H.-M. (2005). Working memory and intelligence - Their correlation and their relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 61-65. doi:10.1037/0033-2909.131.1.61

Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80(1), 44-57. doi:10.1006/jecp.2000.2626

Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88(4), 348-367. doi:10.1016/j.jecp.2004.04.002

Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2001). *Working memory test battery for children*. London: Pearson Assessment.

Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. (1993). *Test de Matrices Progresivas. Escalas coloreada, general y avanzada*. Manual Buenos Aires: Paidós.

Reigosa, V., Pérez-Abalo, M.C, Manzano, M., & Antelo, J.M. (1994). Sistema automatizado para explorar la lectura en escolares de habla hispana. *Revista*

Latinoamericana de Pensamiento y Lenguaje, 2, 141-159.

Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 4-27. doi: 10.1037/0096-3445.125.1.4

Siegel, L. S., & Ryan, E. B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60(4), 973-980. doi:10.2307/1131037

St Clair-Thompson, H., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745-759. doi: 10.1080/17470210500162854

Stauffer, J. M., Ree, M. J., & Carretta, T. R. (1996). Cognitive components tests are not much more than g: An extension of Kyllonen's analyses. *Journal of General Psychology*, 123, 193-205. doi:10.1080/00221309.1996.9921272

Stothard, S. E., & Hulme, C. (1992). Reading comprehension difficulties in children. *Reading and Writing*, 4, 245-256. doi:10.1007/BF01027150

Swanson, H. L. (2004). Working memory and phonological processing as predictors of children's mathematical problem solving at different ages. *Memory & Cognition*, 32, 648-661. doi:10.1037/a0025114

Swanson, H. L. (2011). Working memory, attention, and mathematical problem solving: A longitudinal study of elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 103, 821-837. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01099

Swanson, H. L. (2015). Cognitive strategy interventions improve word problem solving and working memory in children with math disabilities. *Frontiers in Psychology*, 6, 1099. doi:10.3389/fpsyg.2015.01099

Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for math disabilities. *Journal of Educational Psychology*, 96, 471-491. doi:10.1037/0022-0663.96.3.471

Swanson, H. L., & Jerman, O. (2006). Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Review of Educational Research*, 76(2), 249-274. doi:10.3102/00346543076002249

Tillman, C.; Nyberg, L., & Bohlin, G. (2008) Working memory components and intelligence in children. *Intelligence*, 36, 394-402. doi:10.1016/j.intell.2007.10.001

Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J., & Engle, R. W. (2009). Complex working memory span tasks and higher-order cognition: A latent variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory*, 17, 635-654. doi:10.1080/09658210902998047

van Aken, L., Kessels, R. P., Wingbermühle, E., van der Veld, W. M., & Egger, J. I. (2015) Fluid intelligence and executive functioning more alike than

different? *Acta Neuropsychiatry*, 18, 1-7.
doi: 10.1017/neu.2015.46

Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M. W. (2007). Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51, 162-169. doi:10.1111/j.1365-2788.2006.00863.x

Vock, M., & Holling, H. (2008). The measurement of visuo-spatial and verbal-

numerical working memory: Development of IRT-based scales. *Intelligence*, 36, 161-182.
doi: 10.1016/j.intell.2007.02.004

Wu, S. S., Meyer, M. L., Maeda, U., Salimpoor, V., Tomiyama, S., Geary, D. C., & Menon, V. (2008). Standardized assessment of strategy use and working memory in early mental arithmetic performance. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 365-393.
doi:10.1080/87565640801982445