

Canet-Juric, Lorena ^{a,b *}, Introzzi, Isabel ^{a,b} y Burin, Débora ^{a,c}

Artículo Original

Resumen

La memoria de trabajo (MT) refiere al sistema cognitivo que se ocupa del almacenamiento temporal y procesamiento concurrente de estímulos. Se ha propuesto que la habilidad para inhibir información irrelevante subyace a los cambios en MT observados durante la infancia, ya que la habilidad inhibitoria en el paradigma de doble tarea cambiaría dependiendo de que las tareas primaria y secundaria sean de similar o diferente modalidad. El objetivo de este trabajo fue explorar el desarrollo de la MT en los dominios verbal y visoespacial tomando en cuenta la interferencia de modalidad específica versus no específica. Para ello se administró a 100 niños, de entre nueve y 11 años de edad, una batería basada en el paradigma dual que consta de tareas primarias y secundarias verbales y visoespaciales. Los resultados muestran menores rendimientos de la memoria viso-espacial, mejor rendimiento sin tarea concurrente, y con tareas concurrentes intermodales, y diferencias en el rendimiento en tareas concurrentes interdominio verbal y espacial en los tres grupos etáreos. Estos hallazgos ponen en duda el papel del control inhibitorio en el desarrollo de la memoria de trabajo en la edad evaluada.

Palabras claves:

Memoria de trabajo; Desarrollo; Interferencia intra e interdominio.

Abstract

Development of working memory capacity: schoolchildren interference inter-domain and intra-domain effects. Working memory (WM) refers to the cognitive system that deals with temporary storage and concurrent stimuli processing. It has been proposed that the ability to inhibit irrelevant information underlies the observed changes in WM during childhood. Since the inhibitory ability in the dual-task paradigm changes depending on the similarity of modality in the primary and secondary tasks, the aim of this study was to replicate and extend previously observed intra and intermodal interference effects in late childhood. A battery based on the dual paradigm consisting of primary and secondary verbal and visuospatial tasks was administrated to children aged between nine and 11 years old. Results showed lower overall performance in visuospatial memory, and in memory without concurrent task. Although there were significant age effects in memory, showing developmental changes in working memory, intermodal concurrent tasks did not show differences as a function of age. These findings call into question the role of inhibitory control in the development of working memory in this age bracket.

Key Words:

Working memory; Development; Interference inter and intra domain

Tabla de Contenido

Introducción	26
Método	29
Participantes	29
Instrumentos	29
Procedimiento	31
Resultados	32
Discusión	33
Referencias	35

Recibido el 8 de Julio de 2014; Recibida la revisión el 3 de Septiembre de 2014; Aceptado el 9 de Febrero de 2015.

1. Introducción

La Memoria de trabajo (MT) y la Inhibición forman parte de lo que se conoce como las Funciones Ejecutivas (FE) (Best & Miller, 2010; Cowan & Alloway, 2008; Miyake et al., 2000). Ambas FE han sido

vinculadas a un rango de actividades cognitivas que resultan relevantes para para el desempeño escolar tales como el razonamiento, la comprensión verbal, las habilidades matemáticas e incluso la regulación de

^a Universidad Nacional de Mar del Plata

^b Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

^c Universidad Nacional de Buenos Aires

*Enviar correspondencia a: Canet-Juric, D. E-mail: canetjuric@mdp.edu.ar

las emociones (ver Cowan, 1997, 2013; Cowan & Alloway, 2008, Alloway & Coppel, 2013, Hofmann, Schmeichel & Baddeley, 2012). El término MT refiere a la función cognitiva encargada del almacenamiento y procesamiento simultáneo de información por periodos cortos de tiempo, para el logro de la cognición compleja (Baddeley, 1986, 2012). Este proceso implica la habilidad de operar sobre información que no se encuentra perceptualmente presente y que puede ser de naturaleza verbal o visoespacial (Diamond, 2013). Por otro lado, se entiende por inhibición o control de la interferencia a la habilidad para suprimir el efecto de interferencia que generan sobre el curso de una tarea o sobre el logro de nuestros objetivos estímulos externos - ambientales- o estímulos internos tales como respuestas motoras prepotentes o automáticas o pensamientos intrusivos (Nigg, 2000; 2001).

Diversos estudios han señalado que la capacidad de la MT se incrementa de manera constante desde los cuatro a los quince años (Alloway & Gathercole, 2005; Bayliss, Jarrold, Gunn & Baddeley, 2003; Case, Kurland & Goldberg, 1982; Chiappe, Hasher & Siegel, 2000; Hitch, 2002; Injoque-Ricle, Calero, Alloway, & Burin, 2011). Durante este período, aumenta linealmente la capacidad de procesamiento y almacenamiento concurrente de material verbal y visoespacial (Alloway, Gathercole, Willis & Adams, 2004; Gathercole, Pickering, Ambridge & Wearing, 2004; Injoque-Ricle et al., 2011). Aunque la literatura ha permitido distinguir un conjunto diverso de factores que inciden sobre el incremento de la MT, muchos coinciden en atribuir a la inhibición un rol protagónico. De este modo, se considera que el incremento en la eficiencia inhibitoria asociado a la edad estaría estrechamente vinculado al desarrollo de la MT durante los primeros años escolares. (Cowan, 1997; Bjorklund & Harnishfeger, 1990, 1995; Bunting, 2006; Dempster, 1995; Hale, Myerson, Emery, Lawrence, & Dufault, 2007; Hasher, Lustig, & Zacks, 2007; Robert, Borella, Fagot, Lecerf, & De Ribaupierre, 2009).

En relación al desarrollo de la inhibición, distintos estudios han encontrado que la probabilidad de inhibir estímulos irrelevantes es mucho menor en adultos mayores y niños que en adultos jóvenes (Kane, Conway, Hambrick, & Engle, 2007; Kane & Engle, 2000). La curva de desarrollo vinculada a esta

función muestra que a partir de los 8-12 meses de edad aparecen de manera rudimentaria las primeras manifestaciones de la capacidad de inhibir estímulos irrelevantes (Diamond, 2006). Uno de los métodos más utilizados para medir la capacidad de inhibición en niños de esta edad son las tareas tipo A no B (Marcovitch & Zelazo, 1999). En esta tarea suelen distinguirse dos etapas: en la primera etapa, el evaluador oculta frente a la vista del niño un objeto deseado (localización A). Luego, en la segunda etapa, se repite la acción aunque el objeto se oculta en otra localización (localización B) y nuevamente se solicita la búsqueda del objeto. Típicamente, los niños menores de 10 meses no logran inhibir la respuesta prepotente de buscar en A en lugar de buscar en B. Ya alrededor de los 10-12 meses, los niños realizan con éxito esta tarea. Desde otra perspectiva, Romine y Reynolds (2005) realizaron un metaanálisis sobre el desarrollo de diversas funciones atribuidas al lóbulo frontal, entre las que consideraron la inhibición. Para ello, incluyeron cinco estudios empíricos donde se evaluó la inhibición a través del test de Wisconsin; en este paradigma se le presentan al niño un set de tarjetas debiendo descubrir el principio de categorización de las mismas. Esta tarea presenta distintos índices, uno de ellos son las respuestas perseverativas, cuando el niño no puede evitar responder a una característica del estímulo que es incorrecta y por lo cual ha recibido *feedback* negativo por parte del evaluador. Los autores encontraron que aunque se producen mejoras durante toda la infancia los cambios más significativos se manifiestan entre los cinco y los 10 años de edad (Romine & Reynolds, 2005) observándose incrementos menores entre los 11 y los 14 años de edad. En estos dos paradigmas se observaría el incremento de la función inhibitoria en la infancia.

Existen diversos modelos teóricos de abordaje de la memoria de trabajo, uno de los más difundidos y que ha logrado aportar evidencia empírica en relación al funcionamiento de la MT en distintos grupos y condiciones es el de Baddeley y cols. (Baddeley, 1986, 2002, 2003, 2012; Baddeley & Hitch, 1974). El modelo conceptualiza a la MT como un sistema de almacenamiento y procesamiento conjunto compuesto por un procesador denominado ejecutivo central y dos almacenes de dominio específico. El ejecutivo central es un sistema con funciones

atencionales, y que se encarga de controlar y orquestar las operaciones de los dos almacenes subsidiarios. Por otra parte, los almacenes de dominio específico se encargan del procesamiento de la información verbal (bucle fonológico) y de la manipulación y procesamiento de la información de carácter viso-espacial (agenda viso-espacial). Esta separación entre un almacén verbal y uno visoespacial, ha sido sustentada por evidencia cognitiva, neuropsicológica y datos de neuroimágenes (Baddeley, 2002, 2003, 2012; Prendergast, et al., 2013). Por ejemplo, estudios con imágenes cerebrales han mostrado la activación de distintas partes modales del cerebro cuando se ejecutan tareas que involucran de manera específica cada uno de estos almacenes, pero la involucración del lóbulo prefrontal dorsolateral en todas las tareas de MT (e.g., Baddeley, 2003). En cuanto a la evidencia cognitiva, distintos estudios experimentales han encontrado efectos de interferencia selectiva al interior de cada dominio. Uno de los métodos más utilizados para mostrar el efecto de interferencia de dominio específico es el paradigma dual. En este paradigma, los participantes deben realizar dos tareas concurrentes, una que requiere almacenamiento y que se califica como tarea primaria y otra que requiere procesamiento y que se caracteriza como tarea secundaria. El efecto de interferencia selectivo se manifiesta entonces por una disminución significativa en el desempeño de las tareas primarias como consecuencia de la interferencia generada por las tareas secundarias de la misma modalidad. En síntesis, los resultados obtenidos a través de este paradigma muestran que el recuerdo verbal se ve afectado de forma selectiva por tareas verbales secundarias más que por tareas espaciales secundarias, y que el rendimiento en memoria viso-espacial es más afectado por tareas secundarias espaciales que verbales (Baddeley, 1986; 2002, 2003, 2012; Logie, Zucco, & Baddeley, 1990). Estos efectos de interferencia intramodal (la tarea concurrente y tarea de memoria corresponden al mismo dominio) se atribuyen a la limitación en capacidad y recursos de los almacenes de modalidad específica y sus mecanismos de mantenimiento, en tanto que los efectos de interferencia intermodal (la tarea de memoria y la concurrente corresponden a distintos dominios) se deberían, en parte, a las exigencias

impuestas al ejecutivo central (Baddeley, 1986; 2002, 2003, 2012).

Aunque el efecto de interferencia selectiva ha sido extensamente replicado en adultos, la evidencia en niños acerca de este fenómeno es escasa. Algunos estudios han reportado que en tareas de MT existe un desempeño diferencial en función de la modalidad de la tarea de memoria y del tipo de interferencia, observando el mismo patrón de interferencia intramodal que en adultos (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006; Bayliss et al., 2003; Hale, Bronik, & Fry, 1997). Hale y cols. (Fry & Hale, 1996; Hale et al., 1997; Hale, Myerson, Rhee, Weiss, & Abrams, 1996) diseñaron distintos procedimientos basados en el clásico paradigma dual con el objeto de analizar el efecto de la interferencia intra e interdominio sobre el desempeño de niños de 8, 10 y 12 años edad en tareas de memoria, replicando el efecto de interferencia selectiva encontrado en población adulta. De este modo, se encontró que las tareas verbales secundarias interferían con el desempeño en la tarea primaria de memoria de trabajo verbal pero no con el desempeño en la tarea primaria de memoria de trabajo espacial y viceversa. En sucesivos estudios, Hale y cols. analizaron los efectos de interferencia inter e intra dominio en muestras de adultos (Jenkins, Myerson, Hale, & Fry, 1999; Myerson, Hale, Rhee, & Jenkins, 1999; Rose, Myerson, Sommers, & Hale, 2009) y niños de 8 a 12 años (Hale et al., 1997). En cuanto a la interferencia interdominio (interferencia cruzada) la mayoría de las veces no pudo ser detectada, lo que se ha atribuido a la madurez del ejecutivo central. Hale et al. (1997) administraron este paradigma a 39 niños de ocho y 10 años y 20 adultos jóvenes de 19, y encontraron que todos los grupos mostraban menores rendimientos en tareas concurrentes intradominio, pero sólo los de 8 años muestran interferencia en tareas concurrente interdominio. Los estudios subsiguientes fueron realizados en adultos jóvenes y adultos mayores con diversas variantes de la tarea encontrando sistemáticamente mayor déficit de la memoria espacial que la verbal en los adultos mayores y ausencia de diferencias en la magnitud del efecto de interferencia, y replicando el efecto de interferencia intradominio pero no inter (Jenkins et al., 1999; Myerson et al., 1999). Se han realizado otros estudios en niños que han reportado el mismo patrón de comportamiento de las variables; por ejemplo,

Lanfranchi, Baddeley, Gathercole, & Vianello (2012), realizaron una investigación comparando 45 niños con Síndrome de Down (SD) y el equivalente en niños con un desarrollo normal en condiciones de tarea dual para ambos dominios, verbal y visoespacial. Los resultados indicaron mayores dificultades para los niños con SD en las tareas verbales y en todas las condiciones duales excepto para las tareas interdominio, en las cuales el rendimiento fue prácticamente equivalente para ambos grupos.

En suma, los estudios previos han sugerido que el control de la interferencia interdominio, atribuida al ejecutivo central, estaría madura para lo que se conoce como infancia tardía (Best, Miller, & Jones, 2009), y la detección de la interferencia interdominio en población infantil implicaría un defecto o falla relativo al funcionamiento ejecutivo (Hale, Myerson, Emery, Lawrence, & DuFault, 2007). Sin embargo, el estudio de Hale y cols. (1997) en niños citado anteriormente abarca 39 niños, de origen anglosajón, planteándose la necesidad de replicar sus resultados, y ampliarlos a niños de otros entornos culturales. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo consiste en explorar el efecto de la interferencia intra e intermodal sobre el desempeño en tareas de memoria verbal y visual en una muestra local de niños de 9 a 11 años de edad. De acuerdo con los estudios previos, las hipótesis fueron: que entre los 9 y los 11, se produce un incremento significativo en la capacidad de la MT, y que estos cambios se relacionan con los incrementos encontrados en la capacidad de lidiar con la interferencia. En este sentido, se espera encontrar mejores rendimientos en el manejo de interferencias intermodales que intramodales, y mejoras en el manejo de ambos tipos de interferencia con la edad; y una reducción de la interferencia intermodal en niños más grandes lo cual aportaría evidencia a favor del papel del desarrollo inhibitorio en la MT.

2. Método

2.1. Participantes

La muestra estuvo conformada por 106 participantes de la ciudad de Mar del Plata, que se dividieron en cuatro grupos de edad, Grupo 1 (G1) ($n=36$, $M=9$ años y 10 meses, $DE=.28$, 45% mujeres); Grupo 2 (G2) ($n=32$, $M=10$ años y 9 meses, $DE=.35$, 53% mujeres) y Grupo 3 (G3) ($n=38$, $M=11.9$, $DE=.30$,

47% mujeres).

El tipo de muestra fue no probabilística causal y fue obtenida de una escuela de gestión privada. La mayoría de los alumnos provienen del barrio en el que se sitúa la escuela -de nivel adquisitivo medio-. El 83% de los cuidadores posee estudios universitarios completos o incompletos.

Se solicitó el consentimiento informado de los padres de los niños a través de una nota en la que se explicaron objetivos y procedimientos. Se explicó que la participación era voluntaria y anónima y que el niño podía ser retirado de la evaluación cuando así se requiriese. Luego, se informó a los niños del estudio y se evaluó a aquellos que dieron su asentimiento para participar. Se los entrevistó en horario escolar de manera individual, en un aula que la institución educativa destinó para tal fin. La administración se realizó en un encuentro de 30 minutos aproximadamente.

Criterios de exclusión: Para el análisis de datos se eliminaron los casos con puntuaciones atípicas ($\pm 3 DE$ respecto de la media) en uno o más de los siguientes índices de la Guía de Observación Comportamental para Niños (Isón & Fachinelli, 1993): Inhibición, Negatividad, Transgresión y Déficit de Atención, ya que se consideran casos atípicos (Tabachnick & Fidell, 2001). La muestra final comprendió 100 casos.

2.2. Instrumentos

Guía de Observación Comportamental. Los docentes de los niños completaron una versión abreviada de la Guía de Observación Comportamental para Niños (Isón & Fachinelli, 1993) que indaga sobre la presencia de diferentes conductas problema. Se completó una guía por alumno participante del estudio, debiendo indicar la opción que mejor describe la conducta en el niño en términos de frecuencia ("Nunca", "A veces" o "A menudo").

Memoria de trabajo. Para el presente trabajo se informatizaron y adaptaron las tareas de Hale et al. (1996, 1997). La batería de MT consiste en tres tareas de amplitud de memoria de trabajo verbal (amplitud simple, tarea primaria verbal con secundaria verbal, tarea primaria verbal con secundaria espacial) y tres viso-espaciales (amplitud espacial, tarea primaria espacial con tarea secundaria espacial, tarea primaria espacial con tarea secundaria verbal) basadas en el

paradigma dual. En este caso en las tareas primarias se presentan en una pantalla una serie de ítems de uno en uno (dígitos en la tarea verbal y una matriz en la tarea espacial) seguidos de una señal de recordar. Para las tareas secundarias, los participantes deben decir en voz alta el color en el que aparece cada ítem (Figura 1a-Tarea secundaria verbal) o indicar el color de cada ítem señalando con el cursor o *mouse* en una paleta de colores colocada a la derecha del estímulo presentado (Figura 1b-Tarea secundaria espacial).

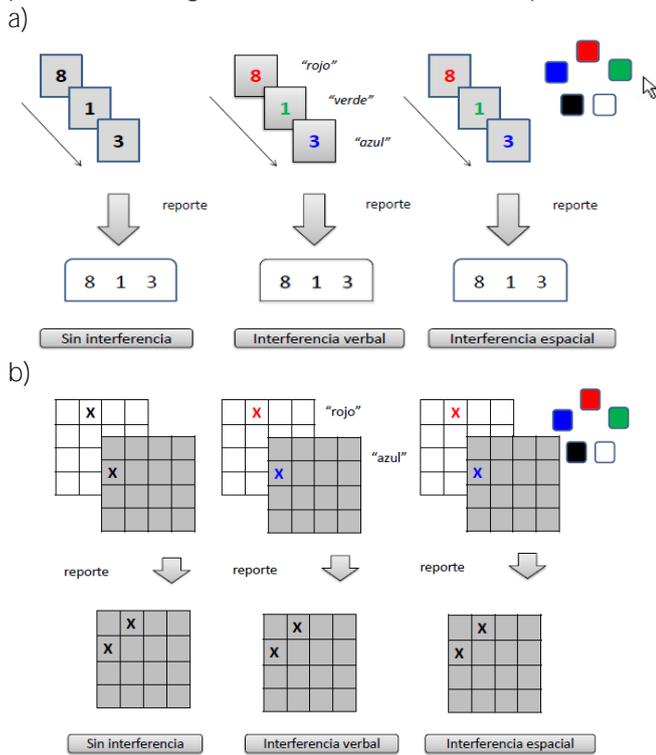


Figura 1. Esquema de presentación de las tareas verbales (a) y visoespaciales (b). Adaptadas de Hale et al., 2007

Para las tareas verbales, los estímulos son dígitos de 1.5 cm X 1.0 cm, que aparecen de a uno a la vez, en un fondo de pantalla blanco, centrado en la mitad de la pantalla. Para las tareas espaciales, los estímulos eran Xs (1.25 cm x 1.0 cm) que aparecen de uno en uno, en celdas individuales de una grilla de 4 X 4 (6.5 cm X 6.5 cm) centrada en el medio de la pantalla. La señal de recuerdo es un sonido, seguido por los correspondientes espacios para que el participante ejecute su respuesta localizados en el mismo lugar en que aparecen los números (una grilla para escribir los números en las tareas verbales y una matriz vacía en las tareas visuales para señalar la localización de las cruces). El hecho de que ambas respuestas sean

manuales unifica el tipo de respuesta dada por los participantes. En las tareas primarias, los números o las Xs son de color negro, en las tareas secundarias tanto los números como las Xs pueden ser de diferentes colores (verde, azul, rojo, negro). Los colores para las tareas secundaria espaciales se distribuyen (diámetro= 4.5 cm) en seis cuadrados de diferentes colores que rotan de ensayo a ensayo. Los colores de los estímulos varían aleatoriamente con la restricción de que un número no aparece más de una vez en la misma presentación y que el color no aparece dos veces seguidas en la misma presentación.

Se realizó un estudio piloto ($n= 10$) lo que permitió registrar algunos problemas con las tareas llevando a las siguientes modificaciones en relación a la tarea original de Hale et al. (1997): (1) Señal de recordar: luego de la presentación de los estímulos aparece un sonido que indica que el participante debe reportar los ítems, en la tarea original la señal era un recuadro verde, este cambio se introdujo para no introducir más procesamiento de orden visoespacial. (2) Formato de respuesta: se unificó la forma de respuesta según sugerencia de Hale et al. (2007), en ambos casos deben usar el mouse para reportar los estímulos, los dígitos se indican en una grilla con los números distribuidos imitando el formato de una calculadora típica. (3) Presentación del estímulo de la tarea secundaria: en la tarea original en todas las condiciones, junto al estímulo aparecía la paleta vacía, al momento de la **interferencia espacial la misma se "llenaba" con los colores**. Para evitar una demanda extra de procesamiento del estímulo perceptivo, la paleta sólo aparece en los casos de interferencia espacial; (4) Tiempos de exposición e intervalares, debido a que los tiempos demasiado extensos permitían el uso de estrategias propias de cada almacén para el recuerdo de los ítems generando en la prueba piloto amplitudes amplias en relación a otros estudios que usaron las mismas tareas. (5) Entrenamiento: todas las tareas comienzan con una fase de entrenamiento en cada una de las seis tareas, en la misma se entrena al niño en la tarea primaria (2 ensayos), luego en la tarea secundaria (2 ensayos) y luego en ambas tareas en forma concurrente (2 ensayos). Entre tareas el participante puede descansar si así lo requiere.

2.2. Procedimiento

Cada participante fue expuesto a seis condiciones distintas (3 para el dominio verbal y 3 para el dominio espacial) que se describen en la columna "condiciones

experimentales" de la Tabla 1. En la misma tabla figuran las variables para configurar los puntajes de interferencia.

Tabla 1. Condiciones experimentales y puntajes de interferencia

Dominio	Condiciones experimentales						Puntajes interferencia			
	Sin Concurrente	Tarea	Tarea intradominio	Concurrente	Tarea interdominio	Concurrente	Puntaje Interferencia Intradominio	Puntaje Interferencia interdominio		
Verbal	Memoria verbal		Tarea verbal primaria con tarea secundaria verbal.		Tarea verbal primaria con tarea secundaria espacial.		Tarea verbal – tarea verbal primaria con tarea secundaria verbal.	Memoria verbal – tarea verbal primaria con tarea secundaria espacial.		
Espacial	Tarea espacial	Memoria espacial	Tarea primaria con tarea secundaria espacial.		Tarea primaria con tarea secundaria verbal.		Tarea espacial– tarea verbal primaria con tarea secundaria espacial.	Memoria espacial– tarea verbal primaria con tarea secundaria verbal.		

Tabla 2. Medias y Desvíos Estándar en los tres grupos evaluados.

	G1		G2		G3	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Dominio verbal						
Sin tarea concurrente (MV)	5,67	1,12	5,96	1,12	6,41	,865
Con tarea concurrente intra (MV-V)	4,14	1,05	4,26	1,27	4,49	1,15
Con tarea concurrente inter (MV-E)	4,92	1,02	5,56	1,15	6,00	0,97
Interferencia interdominio	0,75	1,34	0,40	1,13	0,40	1,21
Interferencia intradominio	1,53	1,46	1,70	1,42	1,91	1,23
Dominio Espacial						
Sin tarea concurrente (ME)	5,04	1,00	5,38	1,06	5,70	1,31
Con tarea concurrente intra (ME-E)	3,66	,925	4,06	1,34	4,24	1,04
Con tarea concurrente inter (ME-V)	4,94	,899	5,16	1,17	5,20	1,17
Interferencia interdominio	0,10	1,10	0,22	1,45	0,50	1,65
Interferencia intradominio	1,37	1,46	1,32	1,38	1,45	1,83

Nota: MV=Memoria Verbal; MV-V=Memoria de Trabajo Verbal con interferencia Verbal; MV-E=Memoria de Trabajo Verbal con interferencia Espacial; ME=Memoria Espacial; ME-E= Memoria de Trabajo Espacial con Interferencia Espacial; ME-V= Memoria de Trabajo Espacial con Interferencia Verbal. Inter e Intra= puntajes de interferencia en cada dominio.

Para todas las condiciones, cada ensayo comenzaba con una cruz de fijación, ubicada en el centro de la pantalla, hasta que los participantes la presionaban con el mouse. Luego de un intervalo de

250 milisegundos, aparecían los ítems de cada serie durante 1,250 segundos. Al finalizar la presentación de todos los ítems aparecía una señal sonora para reportarlos. Se utilizó el siguiente criterio de interrupción de la tarea: si los participantes fallaban en un set de una determinada longitud, se le presentaba otro set de la misma longitud, si fallaban en este también, la prueba era interrumpida. La amplitud se computa tomando la cantidad de ítems de la última serie ejecutada por el participante (anterior a que la prueba se interrumpa). Los puntajes de interferencia se obtienen efectuando una diferencia entre la condición de amplitud simple de cada dominio (sin interferencia) y la condición de interferencia intra o interdominio

3. Resultados

En primer lugar se presentan los estadísticos descriptivos por condición y grupo de edad. La *Tabla 2* presenta las medias y los desvíos para las medidas de memoria en el dominio verbal y en el dominio espacial, junto con los índices de interferencia intra e inter-dominio verbal y espacial.

Para evaluar la validez de las tareas, como criterio de validez externa se compararon las medias muestrales del presente estudio con las medias del estudio de Hale, Bronik y Fry (1997), no hallándose diferencias significativas para dos de los grupos de edad (10 y 12 años). A su vez, esta prueba suele presentar un patrón de desempeño característico que fue detectado en el presente estudio, a saber: mayor amplitud en tareas simples que en tareas con interferencia y menor interferencia intermodal que intra-modal (criterio de validez interna).

Se condujo un ANOVA de medidas repetidas de tres (Edad: 9, 10 y 11 años) X 2 (Tarea primaria: verbal, visoespacial) para evaluar diferencias por edad en MT, y diferencias en el recuerdo según el dominio de la tarea primaria. El ANOVA reveló un efecto general del tipo de dominio sobre el recuerdo ($F(2,100) = 24.21, p < .001, \eta^2p = 2.04$) evidenciando un mejor recuerdo de información del dominio verbal que el espacial (medias dominio verbal= 5.28; media dominio espacial= 4.83). También se observó diferencias de acuerdo a la edad, en el sentido de que los niños más grandes recuerdan más que los más pequeños. Pero no se encontró un efecto de interacción entre tipo de dominio y edad ($F(2,97) = 9.38, p > .05$).

Debido a la diferencia entre memoria verbal y viso-espacial, para evaluar las hipótesis planteadas (a mayor edad: incremento en la capacidad de la MT, incrementos en la capacidad de lidiar con la interferencia, reducción de la interferencia intermodal) se condujeron dos ANOVAS de medidas repetidas (uno para la MT verbal, otro para la MT visoespacial) de tres (Tarea concurrente: sin, intramodal, intermodal) X 3 (Edad: nueve, 10 y 11 años), seguidos de contrastes pareados.

Para el dominio verbal los resultados revelan efectos principales de la edad, ($F(2,97) = 7.98, p = .000, \eta^2p = .141$), y la tarea concurrente ($F(2,97) = 86.86, p = .000, \eta^2p = .472$). La interacción entre Edad y Tarea concurrente no fue significativa, ($F(2,97) = 1.31, p = .264$), indicando que el patrón de interferencia no varía en función de la edad. Los análisis por pares con ajuste de Bonferroni para la Tarea concurrente revelan diferencias significativas entre todos los pares ($p = .000$). En cuanto a la edad existen diferencias significativas entre el G1 y el G3 ($p = .000$).

Para evaluar el desempeño en el dominio visoespacial se condujo un ANOVA de medidas repetidas 3 X 3 similar al anterior. Los resultados mostraron efectos principales de la Edad ($F(2,92) = 5.375, p = .006, \eta^2p = .105$), y de la Tarea secundaria ($F(4,92) = 41.38, p = .000, \eta^2p = .310$). La interacción entre Edad y Tarea concurrente no fue significativa, ($F(2,92) = 1.97, p = .821$), indicando que el patrón de interferencia producido por la tarea concurrente es similar en los distintos grupos de edad. Los análisis por pares con ajuste de Bonferroni para la condición de tarea revelan diferencias significativas solamente entre la tarea sin interferencia y la tarea concurrente intramodal ($p = .000$). En cuanto a la edad los análisis post-hoc muestran diferencias significativas entre el G1 y el G3 ($p = .000$).

En las Figuras 2 y 3 pueden verse las diferencias por grupo y tarea y la ausencia de interacción entre ambas variables.

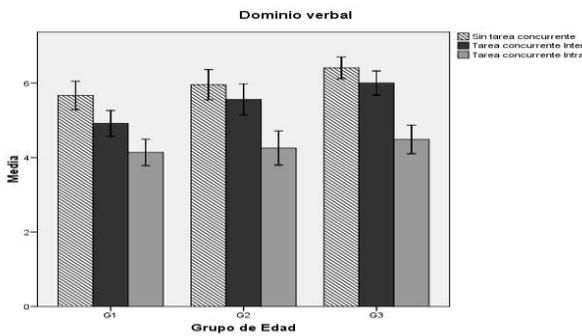


Figura 2. Medias (*DE*) de los puntajes en las tareas para el dominio verbal en las tareas: Sin tarea concurrente, con tarea concurrente inter y con tarea concurrente intra y los grupos de edad G1, G2 y G3.

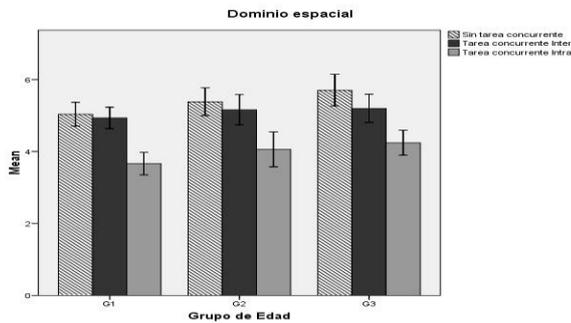


Figura 3. Medias (*DE*) de los puntajes en las tareas para el dominio espacial en las tareas: Sin tarea concurrente, con tarea concurrente inter y con tarea concurrente intra y los grupos de edad G1, G2 y G3.

No obstante la ausencia de interacción de la edad y el tipo de tarea concurrente, se procedió a hacer un análisis similar a Jenkins y cols. (Jenkins et al. 1999), tomando los puntajes de interferencia (diferencia entre tarea primaria y tarea concurrente) con el fin de evaluar si el tipo de tarea concurrente tiene efectos diferenciales según el grupo etáreo. Se realizaron dos ANOVA por dominio, uno para el dominio verbal y otro para el dominio espacial con los puntajes de interferencia.

Los resultados en el dominio verbal mostraron efectos principales del tipo de tarea concurrente (inter e intradominio) ($F(2,102) = 77,94, p = .000, \eta^2 = .433$), pero no en la Edad ($F(2,102) = .094$), y la interacción entre Edad y Tipo de tarea concurrente no fue significativa ($F(2,102) = 2,698, p = .072, \eta^2 = .050$). En cuanto al dominio espacial se encontró un efecto principal del tipo de tarea concurrente (inter e intra) ($F(2,102) = 58,65, p = .000, \eta^2 = .365$), al igual que en el dominio verbal no hay efecto principal de la edad

($F(2,102) = .378, p = .686$) ni de la interacción entre Edad y Tipo de tarea concurrente ($F(2,102) = 4,17, p = .66$).

4. Discusión

El presente estudio se propuso analizar el desarrollo de la MT en relación a los efectos de una tarea concurrente intra e interdominio sobre el desempeño en tareas de MT verbal y espacial en un grupo de niños de infancia tardía. Para ello, se adaptó el procedimiento diseñado por Hale y cols. (1997) no utilizado hasta el momento en sujetos hispanoparlantes con la inclusión de varias diferencias respecto al original como variaciones en la edad de los participantes y distintas modificaciones vinculadas al diseño de la tarea. Esto último constituye un aporte relevante debido a que las mismas, además de presentar algunas ventajas respecto al método original permiten su aplicación en sujetos hispanoparlantes. Aún con los cambios efectuados las tareas no se observaron diferencias con los resultados obtenidos para una edad similar en Hale y cols. (1997).

Asimismo, estos resultados han permitido efectuar distintas observaciones en relación al funcionamiento y desarrollo de la MT y, de manera más específica, en relación al rol de la interferencia en niños de nueve a 11 años.

En primer lugar y de manera general, se encontró que la amplitud de la memoria de trabajo verbal y la memoria de trabajo espacial, presentan medias superiores en los grupos de niños de mayor edad. Estos resultados coinciden con los estudios clásicos sobre el desarrollo de la MT que establecen un incremento progresivo y constante de esta capacidad durante la infancia en general e incluso en la infancia tardía (Alloway & Gathercole, 2005; Bayliss et al., 2003; Chiappe et al., 2000; Hitch, 2002; Injoque-Ricle et al., 2011). Además, en todos los grupos de edad e independientemente de si la tarea concurrente era intra o intermodal, los niños presentaron un desempeño significativamente superior en las tareas de MT verbal respecto a las tareas de MT espacial. Este resultado, coincide con el grupo de estudios que señalan que el recuerdo de material verbal es mejor que el recuerdo visoespacial, lo que se cumple tanto sin tareas secundarias como con las mismas (Alloway et al., 2006).

A su vez, estos hallazgos parecen ser compatibles

con aquellas propuestas teóricas que plantean la existencia de mecanismos específicos de control ejecutivo para el manejo de la interferencia verbal y espacial. En este sentido, este estudio se alinearía con algunos autores que entienden a las diferencias relativas a la MT verbal y visoespacial, como producto de mecanismos de control específicos (verbal y visoespacial) funcionalmente independientes (ver Shah & Miyake, 1996; Miyake et al., 2000) y no con los autores que proponen un único mecanismo de control para información de distinta modalidad (Shipstead, Lindsey, Marshal & Engle, 2014; Engle, Kane, & Tuholski, 1999; Vergauwe, Barrouillet & Camos, 2010). En este sentido, y aunque este no constituye el principal objetivo del estudio el patrón de desempeño descrito supone un aporte de interés en relación al tema.

En segundo lugar, los resultados obtenidos también permitieron detectar un patrón de desempeño vinculado al efecto de la tarea concurrente intra e intermodal (verbal y visoespacial), principal objetivo del estudio. En relación al dominio verbal, los datos mostraron el patrón esperado, es decir, una mayor interferencia intramodal que intermodal y, a su vez, mejores desempeño sin tarea concurrente respecto a aquellas en que se solicitaba la doble tarea. Por lo tanto, al igual que en los estudios de Hale y cols. (1997), estos resultados permiten confirmar la presencia del efecto de interferencia selectiva verbal en niños hispanoparlantes de nueve, 10 y 11 años.

Con respecto al dominio visoespacial, aunque los resultados fueron ligeramente diferentes a los anteriores, también se detectó el efecto de interferencia selectiva. Lo mismo que para el dominio verbal, la mayor disminución en el recuerdo se obtuvo con la tarea concurrente intramodal. Sin embargo, en este caso no se detectaron diferencias entre la tarea de memoria simple (sin tarea secundaria) y la tarea concurrente intermodal. Hay varias interpretaciones que se pueden hacer al respecto, una teórica y otra metodológica. En cuanto a la teórica, este dato podría estar indicando que entre los nueve y 11 años, el mecanismo de control de la interferencia visoespacial ya ha madurado lo suficiente como para resolver o lidiar con la interferencia intermodal. Otras interpretaciones aluden a que es la elección de la combinación de tareas concurrentes, y no la demanda

cognitiva o específica de dominio la que determina si el rendimiento en memoria se ve afectado o no bajo situaciones de tareas concurrentes (Cocchini, Logie, Della Sala & MacPherson, 2002). Por otra parte, las diferencias relativas a los efectos de la tarea concurrente en el dominio verbal y espacial, también podrían interpretarse como evidencia a favor de la hipótesis ya mencionada, relativa a la existencia de mecanismos de dominio específico. De existir un solo mecanismo de dominio general, también debería haber desaparecido el efecto intermodal en el dominio verbal, lo que no sucedió.

Otra interpretación es la metodológica. En el dominio verbal las tareas secundarias producen interrupción del repaso articulatorio sub-vocal; en la tarea intermodal, al tratarse de colores, por más que la persona deba señalar el mismo en la paleta, no hay forma de controlar desde esta versión del paradigma la codificación interna verbal del ítem (codificación cruzada, Cowan & Morey, 2007) Si bien no hay una exigencia de mencionar el color, no hay garantía de que el participante no lo pueda codificar internamente de manera verbal, aun cuando en su mente este reteniendo la información de la tarea primaria, teniendo en cuenta que la recodificación visual (Imágenes en palabras) tiene lugar ya a partir de los siete años (Pickering, 2001). Por otro lado, el mecanismo que interrumpe la retención de información visoespacial es menos conocido (Burin, Irazabal, & Quinn, 2007). Se cree que los cambios atencionales (*shifts*) de la tarea primaria a la secundaria, interrumpen el mecanismo usado para mantener la ubicación espacial, o bien la imagen, de la información. En este sentido, la verbalización de un ítem sería claramente intermodal, no interrumpiendo o interrumpiendo poco el proceso de repaso de información.

En cuanto al efecto de interacción entre tipo de tarea concurrente y edad, a diferencia del estudio de Hale et al. (1997) no se halló diferencias en la interferencia en función de la edad. Hale encuentra que los niños de 8 años, a diferencia de los de 10, experimentan un monto de interferencia no específica al dominio. Hale et al. (1997) refieren que probablemente el ejecutivo central alcance su madurez en algún punto entre los ocho y los 10 años; tal vez ese punto sea a los nueve años de edad como se mostró en el presente estudio. En nuestro estudio,

niños de nueve, de 10 y 11 años no mostraron diferencias en el efecto de la tarea concurrente intra vs. inter dominio en función de la edad.

En cuanto a la influencia del desarrollo de la inhibición en la capacidad de la memoria de trabajo, en tanto que se observó aumentos en la capacidad de la memoria de trabajo con la edad, no se puede decir lo mismo en cuanto al manejo de la interferencia. Por lo tanto, las mejoras en la capacidad de la MT en este estudio no pueden ser asociadas con una mejora gradual en la capacidad de resistirse a la interferencia. Si bien no excluye este mecanismo en otras edades, en los grupos etarios aquí presentados podría deberse a otros factores, como el aumento de conocimientos generales, o las mejoras en la velocidad de procesamiento (ver Cowan, 2013).

En general la ausencia de un efecto de interacción por edad en el manejo de la interferencia plantea un cuestionamiento a la hipótesis del desarrollo de la memoria de trabajo por incrementos de la capacidad de lidiar con la interferencia. En conclusión, los hallazgos de este estudio corroboran el desarrollo de la MT en la infancia tardía y cuestionarían que las diferencias a esta edad se deban al control de la interferencia interdominio. Otras variables explicativas deben incorporarse para entender más cabalmente que factores acompañan estos incrementos.

Referencias

- Alloway, T. P., & Copello, E. (2013). Working Memory: The What, the Why, and the How. *The Australian Educational and Developmental Psychologist*, 30(02), 105–118.
- Alloway, T. P., & Gathercole, S. E. (2005). The role of sentence recall in reading and language skills of children with learning difficulties. *Learning and Individual Differences*, 15, 271–282.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C. S., & Adams, A.-M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 85–170.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuo-spatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77, 1698–1716.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7(2): 85-97.
- Baddeley, A.D. (2003). Double dissociation: Not magic but still useful. *Cortex*, 39, 129-131
- Baddeley, A. D. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G.J. (1974). Working memory. En G.A. Bower (ed.). *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (pp. 47–89). New York: Academic.
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Gunn, D. M., & Baddeley, A. D. (2003). The complexities of complex span: Explaining individual differences in working memory in children and adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 71-92.
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641–60.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive Functions after Age 5: Changes and Correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180–200.
- Bjorklund, D. F. & Harnishfeger, K. K. (1990). The resources construct in cognitive development: Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition. *Developmental Review*, 10, 48-71.
- Bjorklund, D. F., & Harnishfeger, K. K. (1995). The evolution of inhibition mechanisms and their role in human cognition and behaviour. En F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 141–173). San Diego: Academic Press.
- Bunting, M. (2006). Proactive interference and item similarity in working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 183-196.
- Burin, D. I., Irrazabal, N., & Quinn, J. G. (2007). Maintenance in visuo-spatial working memory. *Psychologia*, 50, 90-10.
- Case, R., Kurland, M., & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404.
- Chiappe, P., Hasher, L. & Siegel, L. S. (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory & Cognition*, 28, 8–17.
- Cocchini, G., Logie, R. H., Della Sala, S., MacPherson, S. E., & Baddeley, A. D. (2002). Concurrent performance of two memory tasks: evidence for domain-specific working memory systems. *Memory & Cognition*, 30(7), 1086–95.
- Cowan, N. (1997). The development of working memory. En N. Cowan (Ed.), *The development of memory in childhood* (pp.163–199). Hove: Psychology Press.
- Cowan, N. (2013). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223.

- Cowan, N., & Alloway, T.P. (2008). The Development of working memory in childhood. En M. Courage & N. Cowan (Eds.), *Development of memory in infancy and childhood* (2da. Ed., pp. 303–342). Hove: Psychology Press.
- Cowan, N., & Morey, C. C. (2007). How Can Dual-Task Working Retention Limits Be Memory Investigated? *Psychological Science*, 18(8), 686–688.
- Dempster, F. N. (1995). Interference and inhibition in cognition: An historical perspective. En F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 3-26). San Diego: Academic Press.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok & F.I.M. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70–95). New York, NY: Oxford University Press.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–68.
- Engle, R., Kane, M., & Tuholski, S. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. En Miyake, A. & Shah, P. (Eds.), *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control* (pp.102-134). London: Cambridge Press.
- Fry, A. F., & Hale, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence: evidence for a developmental cascade. *Psychological Science*, 7(4), 237–241.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177-190.
- Hale, S., Myerson, J., Emery, L., Lawrence, B., & DuFault, C. (2007). Variation in Working Memory across life span. En A.R. Conway, C. Jarrold, M. Kane, A. Miyake, y J. N. Towse (Eds.), *Variation in Working Memory* (194-224). NY: Oxford University Press.
- Hale, S., Bronik, M. D., & Fry, A. (1997). Verbal and Spatial Working Memory in School-Age Children: Developmental Differences in Susceptibility to Interference. *Developmental Psychology*, 33, 364-371.
- Hale, S., Myerson, J., Rhee, S. H., Weiss, C. S., & Abrams, R. A. (1996). Selective interference with the maintenance of location information in working memory. *Neuropsychology*, 10(2), 228–240.
- Hasher, L. Lustig, C. & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. En A. R. A Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake y J. N. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 227-249). New York: Oxford University Press.
- Hitch, G. J. (2002). Developmental changes in working memory: a multicomponent view. En P.Graf & N. Ohta (Eds.), *Lifespan development of human memory* (pp. 15-37). Cambridge, MA: MIT Press.
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J. & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(3), 174–80.
- Injoque-Ricle, I., Calero, A., Alloway, T. P., & Burin, D. I. (2011). Assessing Working Memory in Spanish-Speaking Children: Automated Working Memory Assessment Adaptation. *Learning and Individual Differences*, 21, 78-84.
- Ison, M. & Fachinelli, C. C.(1993). Guía de observación comportamental para niños. *Interdisciplinaria*, 12(1), 11-21.
- Jenkins, L., Myerson, J., Hale, S., & Fry, A. (1999). Individual and developmental differences in working memory across the life span. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6(1), 28-40.
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2007). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. In A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake & J. N. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 21-48). New York: Oxford University Press.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2000). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: Limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 336–358.
- Lanfranchi, S., Baddeley, A. D., Gathercole, S. E., & Vianello, R. (2012). Working memory in Down syndrome: Is there a dual task deficit? *Journal of Intellectual Disability Research*, 56, 157–166.
- Logie, R. H., Zucco, G. M., & Baddeley, A. D. (1990). Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica*, 75, 55-74.
- Marcovitch, S., & Zelazo, P.D. (1999). The A-not-B error: results from a logistic meta-analysis. *Child Development*, 70, 1297–1313.
- 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.
- Myerson, J., Hale, S., Rhee, S. H., Jenkins, L., & Louis, S. (1999). Selective Interference With Verbal and Spatial Working. *Psychological Sciences*, 54(3), 161–164.
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126(2), 220–246.
- Nigg, J. T. (2001). Is ADHD a disinhibitory disorder? *Psychological Bulletin*, 127(5), 571–98.

- Pickering, S. J. (2001). The development of visuo-spatial working memory. *Memory*, *9*(4), 423–432.
- Prendergast, G., Limbrick-Oldfield, E., Ingamells, E., Gathercole, S., Baddeley, A., & Green, G. G. R. (2013). Differential patterns of prefrontal MEG activation during verbal and visual encoding and retrieval. *PLoS one*, *8*, 1-11.
- Robert, C., Borella, E., Fagot, D., Lecerf, T. & De Ribaupierre, A. (2009). Working memory and inhibitory control across the life span: Intrusion errors in the Reading span test. *Memory and Cognition*, *37*, 336-345.
- Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe function: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, *12*, 190–201.
- Rose, N. S., Myerson, J., Sommers, M. S., & Hale, S. (2009). Are there age differences in the executive component of working memory? Evidence from domain-general interference effects. *Neuropsychology, Development, and Cognition*, *6*, 633–53.
- 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.
- Shipstead, Z., Lindsey, D., Marshal, R. & Engle, R. (2014). The mechanisms of working memory capacity: Primary memory, secondary memory, and attention control. *Journal of Memory and Language*, *72*, 116-141.
- Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2001). *Using Multivariate Analysis*. Boston: Allyn and Bacon
- Vergauwe, E., Barrouillet, P., & Camos, V. (2010). Do mental processes share a domain-general resource? *Psychological Science*, *21*, 384–390.