



RENDIMIENTO ACADÉMICO: SU RELACION CON LA MEMORIA DE TRABAJO

ACADEMIC PERFORMANCE: RELATIONSHIP WITH WORKING MEMORY

Volumen 13, Número 3

Setiembre - Diciembre

pp. 1-19

Este número se publicó el 30 de setiembre de 2013

Magdalena López

Revista indizada en [REDALYC](#), [SCIELO](#)

Revista distribuida en las bases de datos:

[CATÁLOGO DE LATINDEX](#), [IRESIE](#), [CLASE](#), [DIALNET](#), [DOAJ](#), [E-REVIST@S](#),
[SHERPA/ROMEO](#), [QUALIS](#), [MIAR](#)

Revista registrada en los directorios:

[ULRICH'S](#), [REDIE](#), [RINACE](#), [OEI](#), [MAESTROTECA](#), [PREAL](#), [CLASCO](#)

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia [Creative Commons](#)



RENDIMIENTO ACADÉMICO: SU RELACION CON LA MEMORIA DE TRABAJO

ACADEMIC PERFORMANCE: RELATIONSHIP WITH WORKING MEMORY

Magdalena López¹

Resumen: Este artículo tiene como objetivo estudiar la relación de los componentes de la memoria de trabajo con el desempeño académico en lengua y matemática de estudiantes de 8 y 9 años de edad, escolarizados en 3º año de nivel primario. Para evaluar cada una de las variables investigadas, se aplicaron, a 54 estudiantes pruebas que tendían a evaluar de forma independiente cada componente de la memoria de trabajo por medio de dos sub pruebas del test WISC III: dígitos en orden directo e inverso y el test de figuras complejas de Rey. El desempeño académico se obtuvo de las notas finales de los tres trimestres, una vez finalizado el año lectivo. Los resultados muestran que el componente ejecutivo central es el predictor significativo del desempeño en lengua ($R^2 = .21$; $p = .000$) y en matemáticas ($R^2 = .27$; $p = .000$) en los estudiantes que culminan el 3º año de nivel primario. Dichos datos se discuten en relación con una mayor comprensión del rendimiento académico y con la generación de nuevas propuestas que ayuden a revertir la problemática del fracaso escolar.

Palabras clave: RENDIMIENTO ACADÉMICO, FRACASO ESCOLAR, COMPONENTES DE LA MEMORIA DE TRABAJO, LENGUA, MATEMÁTICA, ARGENTINA

Abstract: This article aims to study the relationship of the components of working memory, with academic performance in language and mathematics of 8 and 9 years old children, schooled in 3rd grade of elementary school. In order to evaluate each of the investigated variables, 54 students took a test that evaluated independently each component of the working memory through two sub tests of the WISC III test: digits in forward and reverse order and the Rey's complex figures test. The academic performance was obtained from the final grades of the three quarters, once the school year was finished. The results show that the central executive component is the significant predictor of performance in language ($R^2 = .21$; $p = .000$) and mathematics ($R^2 = .27$; $p = .000$) in students culminating the 3rd year of primary level. These data are discussed in relation to a better understanding of academic performance and the generation of new ideas that help reverse the problem of school failure.

Key words: ACADEMIC PERFORMANCE, SCHOOL FAILURE, COMPONENTS OF WORKING MEMORY, LANGUAGE, MATHEMATICS, ARGENTINA

¹ Docente de la Pontificia Universidad Católica Argentina "Teresa de Ávila". Becaria Posdoctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CIIPME-CONICET). Profesora en Educación Especial y Licenciada en Psicopedagogía por la Pontificia Universidad Católica Argentina. Doctora en Psicología por la Universidad Nacional de San Luís, Argentina.

Dirección electrónica: magdalenaglopez@gmail.com

Artículo recibido: 26 de marzo, 2013

Aprobado: 19 de agosto, 2013

1. Introducción

En los últimos años, ha crecido el interés por conocer los determinantes del rendimiento académico, se aprecia la necesidad de investigar nuevas variables que expliquen el frecuente fracaso escolar de los alumnos.

Las investigaciones en psicología evolutiva y las neurociencias están realizando numerosos aportes a la comprensión del aprendizaje y la didáctica docente.

Para algunos autores, la neuropsicología, desde su análisis detallado y riguroso sobre los procesos cognitivos y su relación con la organización y funcionamiento cerebral, plantea que no se trata de analizar la memoria en general sino mirar qué tipo de memoria es la más básica en un momento dado del proceso de aprendizaje (Zapata, Reyes, Lewis y Barceló, 2009).

Autores como Hitch, Towse y Hutton, (2001) consideran a la memoria de trabajo de gran importancia en el aprendizaje escolar debido a que es un sistema activo, que representa la capacidad de mantener la información relevante para el objetivo que se quiere lograr. Se la considera fundamental para las funciones cognitivas superiores, como el razonamiento y la comprensión de la lectura (Daneman y Carpenter, 1980; Engle, Tuholski, Laughlin, y Conway, 1999; Just y Carpenter, 1992) y la matemática (Holmes y Adams, 2006; McKenzie, Bull, y Gray, 2003).

Para Baddeley y Hitch (1974), el sistema de memoria manipula simultáneamente su contenido y actualiza la información en la memoria para alcanzar las metas de las tareas. El carácter funcional de este sistema es evidente cuando se necesita mantener la información en el corto plazo en tareas tan diversas como la comprensión y el razonamiento.

Dada la necesidad de este sistema para los procesos cognitivos y, por tanto, en el rendimiento académico, creemos necesario profundizar en el conocimiento de este constructo, identificando que componente/tes del modelo multialmacén, manifiesta/n mejor la relación entre la memoria de trabajo y el rendimiento académico en las asignaturas lengua y matemáticas.

2. El modelo de memoria de trabajo multialmacén

En 1974, Baddeley y Hitch presentaron un modelo de memoria operativa que intentaba una reconceptualización de la memoria a corto plazo y que se basaba en la descripción y análisis de sus procesos y funciones. La memoria de trabajo se define como un sistema que

mantiene y manipula temporalmente la información, por lo que interviene en la realización de importantes tareas cognitivas, tales como la comprensión del lenguaje, la lectura, el pensamiento, etc. Este modelo fue desarrollado posteriormente por el propio Baddeley (1992), quien fragmentó la memoria de trabajo (MT) en tres componentes diferenciados: el sistema ejecutivo central, el bucle fonológico y la agenda viso-espacial; posteriormente incorpora el buffer episódico. La inclusión de este nuevo componente procede de nuevos datos que llevan a pensar que la información fonológica y visual se combina de algún modo e integra, además, la información que proviene de la memoria a largo plazo. Se trata, en definitiva, de un sistema en el cual se almacena simultáneamente información de los dos primeros componentes y de la memoria a largo plazo, de modo que se crea una representación multimodal y temporal de la situación actual. Este cuarto componente no está localizado en un área específica del cerebro, sino que se debe a la descarga sincrónica de diferentes grupos de neuronas en una red ampliamente distribuida y formada por vías redundantes.

Una revisión de la bibliografía sobre trabajos basados en el modelo de Baddeley y Hitch (1974) realizados con niños, sugieren que los distintos componentes de la memoria de trabajo tienen funciones especializadas en el aprendizaje.

Con respecto al *componente bucle fonológico* Baddeley, Papagno y Vallar (1988) plantean que es necesario para el aprendizaje fonológico nuevo, algo de vital importancia para el niño que está adquiriendo el lenguaje y para un adulto si está tratando de aprender un nuevo idioma. Por lo tanto, parece que el bucle fonológico se ha desarrollado como un componente crucial del sistema de adquisición del lenguaje (Baddeley, 1996).

En relación con el *componente agenda visoespacial*, Baddeley (2003) plantea que este subsistema de la memoria de trabajo tiene la función de la integración espacial, de la información visual y cinestésica en una representación unificada que puede ser temporalmente almacenada y manipulada. Parece que este sistema estaría involucrado en tareas de lectura diaria: participando en el mantenimiento de una representación de la página y su diseño, y de tareas como el movimiento de los ojos con precisión desde el final de una línea a principios de la siguiente.

En lo referente al *componente ejecutivo central*, este sería el responsable de la selección y el funcionamiento de estrategias, así como del mantenimiento y alternancia de la atención en forma proporcional a la necesidad.

El ejecutivo central es responsable del control de la atención de la memoria de trabajo (Baddeley, 1996).

Según Etchepareborda y Abad-Mas (2005, p. S80) el ejecutivo central realiza dos grandes funciones: 1) Distribuir la atención que se asigna a cada una de las tareas por realizar (relevancia de la tarea, las demandas que se imponen al sistema y el grado de pericia del sujeto) y 2) Vigilar la atención de la tarea y su ajuste a las demandas del contexto, a medida que una tarea se domina necesita menos atención y permite la ejecución otras tareas compatibles.

3. Memoria de trabajo, aprendizaje y rendimiento académico

La memoria de trabajo sería el primer estadio que interviene en el proceso mnésico y que permite que la información nueva pueda ser adquirida y retenida en un período breve (Awh, Vogel y Oh, 2006).

Varios trabajos ([a] Hitch, Towse y Hutton, 2001; [b] Alloway, Gathercole, Adams, Willis, 2005; [c] Gathercole, Alloway, Kirkwood, Elliott, Holmes, Hilton, 2008) coinciden en afirmar que la memoria de trabajo es una medida relativamente pura del potencial de aprendizaje de un niño, con lo cual se reconoce su importancia en el aprendizaje escolar:

(a) Hitch et al. (2001) realizaron un estudio longitudinal en el cual concluyen que el lapso de la memoria de trabajo está limitado por la pérdida rápida de códigos activos y no es simplemente una medida de la capacidad para compartir recursos. La memoria de trabajo también está implicada en el desarrollo escolar. La variación en la puntuación y la edad estaba relacionada sistemáticamente con los cambios en la velocidad de procesamiento, en tareas de lectura y aritmética, con alguna evidencia de la especificidad de dominio.

(b) Alloway et al. (2005) se refieren a la memoria de trabajo como la posible responsable de que algunos alumnos tengan un bajo rendimiento académico, ya que la memoria de trabajo es la responsable de la capacidad de retener y manipular la información. Estos autores investigaron si las habilidades de memoria de trabajo de los niños y las niñas se relacionan con las calificaciones de aprendizaje en el momento de ingresar a la escuela, a los 4 o 5 años de edad. Estudiaron a 194 estudiantes en las medidas de memoria de trabajo, además de las evaluaciones de referencia basadas en la escuela en las áreas de lectura, escritura, matemáticas, expresión oral, comprensión auditiva y desarrollo personal y social. Varios aspectos del funcionamiento cognitivo formaron asociaciones con evaluaciones de

referencia, por ejemplo, capacidad de memoria con habilidades de escritura nominales, la memoria fonológica con la lectura y la expresión y comprensión oral y las puntuaciones de repetición de frases con las matemáticas y las habilidades personales y sociales. Las habilidades de lectura fueron también asociadas únicamente con las puntuaciones de conciencia fonológica.

Los hallazgos indican que la capacidad de almacenar y procesar material durante períodos cortos de tiempo puede tener un papel crucial en las principales áreas de aprendizaje para la niñez en el inicio de la educación formal.

(c) Otro estudio reciente de Alloway et al. (2008) analizó los perfiles cognitivos y conductuales de estudiantes de entre 5 y 11 años con deterioro de la memoria de trabajo e identificados como de muy bajos puntajes en este aspecto. La mayoría de los escolares que tuvo problemas en las medidas de aprendizaje y la capacidad verbal obtuvieron altos índices de problemas cognitivos, por lo que se considera que tienen poca capacidad de atención, altos niveles de distracción, problemas en el control de la calidad de su trabajo y las dificultades en la generación de nuevas soluciones a los problemas.

Estos estudios proporcionan información nueva y rica en los perfiles cognitivos y de aprendizaje que caracterizan a los estudiantes con dificultades en la memoria de trabajo.

Haciendo un recorrido en la literatura sobre rendimiento académico encontramos que desde hace varias décadas se concibe este constructo como una medida de las capacidades respondientes o indicativas que manifiestan, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación (Pizarro, 1985).

Actualmente, autores como Paba Barbosa, Lara Gutiérrez y Palmezano Rondón (2008) sugieren que para definirlo, por lo general, se utilizan las calificaciones que obtienen los estudiantes a través de las diferentes evaluaciones durante un período académico, lo que indicaría la calidad y cantidad de conocimientos. En el presente estudio, entenderemos el rendimiento académico como el promedio de las calificaciones que obtienen los niños y las niñas a través de las diferentes evaluaciones durante un período académico, producto de un proceso de enseñanza-aprendizaje.

Encontramos investigaciones de autores como Vílchez-Román, Ampuero-Torres y Espíritu-Barrón (2006) quienes plantean que existirían distintas maneras de aprender debido, entre otras, a las diferencias de género, ya que según el sexo de la persona ésta tiende a escoger ciertos estilos de aprendizaje.

Estos autores expresan que, en razón de las diferencias sexuales basadas en la estructura cerebral, las mujeres tienden a escoger los estilos de aprendizaje auditivo y escrito y presentarán mayores habilidades lingüísticas, musicales e interpersonales. Las mujeres son mucho mejores para oír sonidos de mayor y menor frecuencia y para recordar lo que escucharon. Aprenden a hablar, a leer y a escribir antes que los hombres y recuerdan con más facilidad las palabras y los símbolos que las figuras. Esto nos llevaría a pensar que dichos estilos de aprendizaje podrían tener alguna incidencia en el desempeño académico de los alumnos.

Autores como Burges (2006) y Feingold (1993) señalan que las diferencias en los desempeños cognitivos según el género en edades tempranas son pequeñas o inexistentes, que aparecerían en la adolescencia y son notables en la edad adulta ya que a partir de entonces su desempeño diverge en algunos campos relacionados con las distintas habilidades cognitivas.

En lo que respecta a la memoria de trabajo, Sánchez, Tabullo, Marro, Sánchez, Yorio y Segura (2009) encontraron diferencias vinculadas al género, ya que los varones obtuvieron mejores puntuaciones que las mujeres. Esto difiere de lo observado por Vuontela, Steenari, Carlson, Koivisto, Fjällberg y Aronen (2003) puesto que las mujeres lograron mejores resultados que los varones.

Por su parte, Torres, Gomez-Gil, Vidal, Puig, Boget y Salamero (2006) no encontraron diferencias significativas en tareas que implican memoria de trabajo.

Con respecto al desempeño en lengua y matemática, las diferencias encontradas en los desempeños no serían significativas en lengua, específicamente en actividades de comprensión lectora (Zarzosa Rosas, 2003), ni en actividades matemáticas (Blanco Pérez, 2006).

4. Metodología

Se realizó un estudio de tipo descriptivo-correlacional, ya que se midieron y describieron diversos aspectos de los estudiantes y el grado de relación que existe entre las variables estudiadas; ex post facto, debido a que no hubo manipulación de variables y de corte transversal.

4.1. Muestra

Es una muestra no probabilística (intencional) que comprende a 21 niñas y 33 niños entre 8 y 9 años de edad, que no presentaban dificultades de aprendizaje al momento del estudio. Los estudiantes concurrían a dos escuelas de gestión privada de la ciudad de Paraná, provincia de Entre Ríos (Argentina) y cursaban el 3º año de nivel primario.

4.2. Instrumentos

Se seleccionaron pruebas de memoria de trabajo que evalúan cada uno de sus componentes en forma independiente. Se priorizó, entre las válidas y confiables, aquellas que resultaron de muy fácil administración y que no requirieran de mucho tiempo, ya que la evaluación se realizó dentro del horario escolar. La administración de las pruebas estuvo sujeta a la propuesta por el manual de administración de los test.

a) Bucle fonológico

La prueba elegida para evaluar este componente fue el Sub test Complementario Retención de Dígitos de la escala de Inteligencia WISC III (Wechsler, 1991). En el test de *Dígitos Directos* se tienen que repetir series que van desde dos hasta nueve dígitos, en el mismo orden que son presentados por el examinador. El evaluador presenta las series auditivamente. Esta prueba requiere principalmente del almacenamiento de información auditiva a corto plazo en la memoria de trabajo.

b) Ejecutivo central

La prueba elegida para evaluar este componente fue el Sub test complementario Retención de Dígitos Inversos de la Escala de Inteligencia WISC III (Wechsler, 1991).

En el test de *Dígitos Inversos* se deben repetir series de números no consecutivos que van desde dos hasta ocho dígitos, en orden inverso (o contrario) al presentado por el examinador. Esta prueba evalúa la habilidad para mantener una cifra en la memoria, al mismo tiempo que se la reordena. Implica la manipulación activa de la información almacenada, poniendo en funcionamiento el control ejecutivo de la memoria de trabajo.

Para Baddeley (1986), los dígitos directos requieren del bucle fonológico mientras que los Dígitos Inversos incluyen también tareas que controla el ejecutivo central, ya que es necesario manipular activamente los dígitos para que se conserven por lo que se hace necesaria una condición relativamente más exigente.

Según Lezak (1995) la mayoría de los autores señala que ambas pruebas "Dígitos en orden Directo y Dígitos en orden Inverso" deben analizarse separadamente, puesto que parecen implicar diferentes componentes de la memoria a corto plazo específicamente de la memoria de trabajo.

c) Agenda viso espacial

Para medir este componente, se utilizó el Test de Copia y Reproducción de Memoria de Figuras geométricas Complejas de Rey en su versión adaptada española (Rey, 1987). Esta técnica evalúa habilidades viso motoras, percepción visual y memoria visual inmediata, además de valorar habilidades de planificación y organización. El uso de la memoria de trabajo no verbal se involucra en la organización y reproducción de diseños complejos como la figura compleja de Rey-Osterrieth.

En la actualidad, no existen instrumentos científicamente válidos para medir el desempeño académico, como en otros tantos constructos de las ciencias sociales. Teniendo en cuenta que al mismo se lo definió como la capacidad respondiente del alumno y el resultado de la acción de enseñanza, para evaluarlo se tomaron las notas finales del boletín de calificaciones (escala de 1 a 10) en las asignaturas de matemáticas y lengua. Es decir, que al rendimiento se lo tomó como una variable escalar y no como categorial.

4.3. Procedimiento de Recolección de Datos

Se solicitó la participación voluntaria de los estudiantes y se aseguró el anonimato y confidencialidad de los datos una vez obtenidos los consentimientos de los padres o cuidadores legales de los estudiantes para su evaluación.

Siempre se otorgó libertad para participar o interrumpir la evaluación cuando ellos lo desearan. Las pruebas se administraron de forma individual, en horario escolar.

4.4. Análisis de los datos

Para el procesamiento de los datos se construyó una matriz en el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 15.0.

Con el objetivo de analizar los desempeños por género en las variables estudiadas se realizaron análisis multivariados (MT) y univariados (asignaturas) de varianza.

Para conocer qué componentes de la MT predicen el desempeño en cálculo aritmético, se llevaron a cabo Análisis de Regresión Múltiple por pasos sucesivos.

5. Resultados

En primer lugar (tabla 1), presentamos los datos de las medias de los puntajes obtenidos y los desvíos estándar de cada uno de los componentes de la memoria de trabajo (bucle fonológico, agenda viso espacial y ejecutivo central), los desempeños en las asignaturas (lengua y matemática) y la comparación de los desempeños por género. En segundo lugar (tabla 2), se analiza la relación entre los componentes de la MT y las asignaturas (lengua, matemática).

Características descriptivas de la muestra:

Tabla 1
Estadísticos descriptivos de los componentes de la memoria de trabajo

	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Desv.</i>
Bucle Fonológico	54	7,64	1,54
Ejecutivo Central	54	4,61	1,15
Agenda Viso espacial	54	12,9	5,99

A continuación, se presentan los datos de las medias de los puntajes obtenidos y los desvíos estándar de las asignaturas de lengua y matemática.

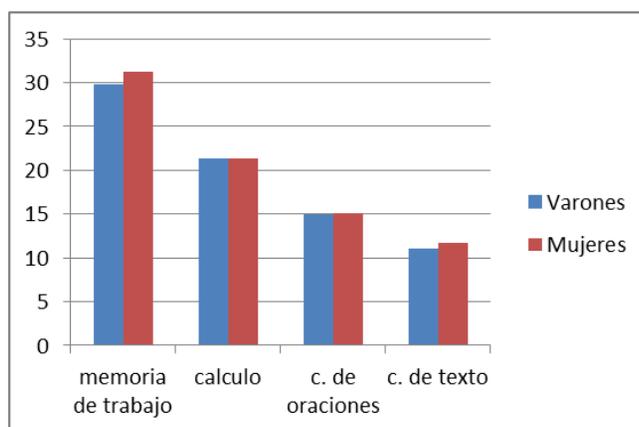
Tabla 2
Estadísticos descriptivos de las calificaciones

	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Desv.</i>
lengua	54	7.64	1.23
matemática	54	7.85	1.25

Analizando los desempeños de los componentes de la memoria de trabajo y el género de pertenencia, se encontró un efecto no significativo de la variable (F Hotelling (3, 50) = 0.25, $p = .995$), se puede concluir que los desempeños en los componentes de la MT son similares en los niños y las niñas, como se puede ver en el gráfico 1.

Gráfico 1

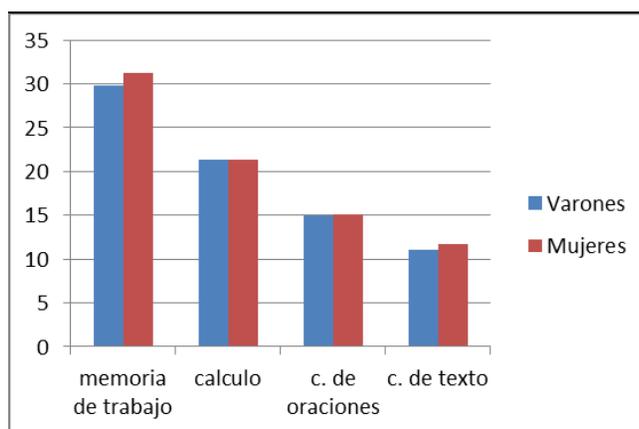
Descriptivos del desempeño en los componentes de la memoria de trabajo según género



Con respecto a las diferencias de género en el desempeño de lengua, se encontró un efecto no significativo de esta variable (F Hotelling (1, 52) = .131 p = .719): los desempeños en lengua fueron similares según género de pertenencia (ver gráfico 2).

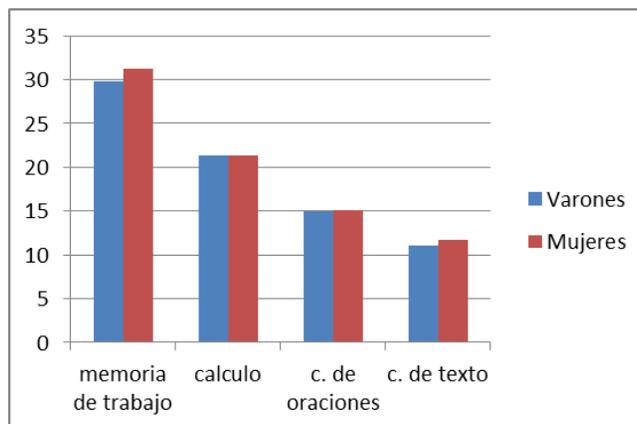
Gráfico 2

Descriptivos del desempeño de lengua según género



En relación con las diferencias de género en el desempeño de matemática, se encontró un efecto no significativo de dicha variable (F Hotelling (1, 52) = .175 p = .677), lo que demostraría que los desempeños en matemáticas son similares a esta edad en los niños y las niñas (ver gráfico 3).

Gráfico 3
Descriptivos del desempeño de matemática según género



Para establecer las relaciones entre la memoria de trabajo y el desempeño, se llevaron a cabo análisis de regresión por pasos sucesivos, se tomó como variable dependiente los desempeños en matemática y lengua, y como variable predictora la memoria de trabajo (con sus tres componentes). Resultaron predictivos a nivel general los componentes de la memoria de trabajo en ambas asignaturas (ver tabla 3).

El análisis de regresión por pasos sucesivos muestra que el componente ejecutivo central se relaciona significativamente con el desempeño en matemática, indicando que la varianza explicada por este solo componente es del 27 %.

Tabla 3
Coeficientes de regresión, beta y significación del componente ejecutivo central de la memoria de trabajo sobre el desempeño en matemática

Modelo 1	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>Beta</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Ejecutivo Central	.521	.271	.521	4.39	.000

Vemos que los coeficientes de regresión muestran al componente de la memoria de trabajo *ejecutivo central* como único predictor significativo, excluyendo a los otros dos componentes (bucle fonológico y agenda viso espacial), como vemos en la tabla 4.

Tabla 4
Variables excluidas del modelo

	<i>Beta</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Bucle Fonológico	-.032	-.216	.830
Agenda	.074	.574	.580
Visuoespacial			

Con respecto a la relación de la asignatura lengua con los componentes de la memoria de trabajo, el análisis de regresión por pasos sucesivos muestra, nuevamente, en la tabla 5, la relación entre el componente ejecutivo central de la memoria de trabajo y el desempeño en lengua, lo que indica que la varianza explicada por este componente es del 21 %.

Tabla 5

Coefficientes de regresión, beta y significación de los componentes de la memoria de trabajo sobre el desempeño en lengua

<i>Modelo 1</i>	<i>R</i>	<i>R2</i>	<i>Beta</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Ejecutivo Central	.459	.211	.459	3.72	.000

Vemos que los coeficientes de regresión muestran al componente de la memoria de trabajo ejecutivo central como único predictor significativo, excluyendo a los otros dos componentes (bucle fonológico y agenda visuoespacial), como vemos en la tabla 6

Tabla 6
Variables excluidas del modelo

	<i>Beta</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Bucle Fonológico	-.210	-1.39	.170
Agenda	.114	.822	.415
Visuoespacial			

6. Discusión y Conclusiones

A partir de los estudios precedentes, que señalan a la memoria de trabajo como fundamental en los procesos de aprendizajes, nos planteamos conocer qué componente revela mejor la relación entre la memoria de trabajo y el rendimiento académico en lengua y en matemáticas de los alumnos del 3º año de nivel primario.

Partiendo de que las capacidades que va adquiriendo el niño durante su desarrollo no son producto sólo de la maduración a nivel neurológico, sino que en gran medida son el resultado de la interacción con el medio, la estimulación y la educación, creemos que profundizar el conocimiento y estudio de los procesos involucrados, como ha demostrado ser la memoria de trabajo, podría dar luz a una problemática tan compleja y ayudar a muchos escolares en sus procesos de aprendizaje.

Nuestra intención fue aportar datos al conocimiento de cómo se desarrollan los diferentes componentes de la memoria de trabajo y la incidencia sobre aprendizajes de asignaturas como matemática y lengua, durante un período evolutivo vital de los aprendizajes elementales.

Coincidentemente con los estudios de Hitch, Towse y Hutton (2001), en nuestros resultados, la memoria de trabajo también estaría implicada en el desarrollo escolar. Si analizamos los resultados obtenidos por Alloway (2005), quien relaciona las habilidades de memoria de trabajo de los estudiantes con las calificaciones en el momento de ingresar a la escuela, podemos decir que, una vez transcurridos tres años de escolaridad, esta relación se mantendría y se la podría atribuir, más específicamente, al componente ejecutivo central de la memoria de trabajo.

Con respecto a la relación de la memoria de trabajo con los desempeños académicos, encontramos que el componente ejecutivo central predice la varianza en ambas asignaturas. Esto nos hace pensar en estudios como los de Ackerman y Dykman (1995) en los cuales se contrasta el rendimiento de estudiantes con trastornos en matemática con los que padecen dificultades de lectura; se concluye que los dos grupos presentan déficits muy similares en la velocidad de procesamiento: cometiendo errores de recuperación, ya que dichas actividades son funciones del componente ejecutivo central. Los investigadores plantean que este hecho constituiría un indicador de que la base cognitiva de ambos trastornos podría ser la misma.

Los trabajos de Alloway, Gathercole, Kirkwood y Elliott (2008) han llegado a la conclusión de que el 10% de los escolares con dificultades de aprendizaje tienen una mala memoria de trabajo, encontraron dificultades de atención, altos niveles de distracción así como problemas en el control de la calidad de su trabajo, lo que aporta sustento a los datos encontrados en nuestro trabajo ya que todas estas tareas están relacionadas específicamente con el componente que resulta predictor en él.

La recuperación rápida de hechos numéricos y las habilidades para resolver problemas complejos que implican operaciones básicas, diferencian a los niños y niñas con buen y mal rendimiento en matemáticas, por lo tanto, éstas son también funciones del componente ejecutivo central de la memoria de trabajo.

La lectura, la escritura y la comprensión se conciben hoy como un proceso mental complejo e interactivo, a través del cual el lector construye activamente una representación del significado, poniendo en relación las ideas contenidas en el texto con sus conocimientos previos y con su propia actividad reflexiva (León, 2004).

Las habilidades para mantener activa la información procedente de distintos orígenes (oral, de un texto, integración con conocimientos previos) requiere de la activación de las demandas de almacenamiento y procesamiento, por lo tanto, cuando se aumenta la complejidad de las tareas, el rol del componente ejecutivo central de la memoria de trabajo será fundamental.

La neuropsicología nos brinda información sobre cambios estructurales y desarrollos progresivos de las áreas cerebrales involucradas con la memoria de trabajo demostrando que existe una maduración formidable en sus funciones durante la edad estudiada. Así lo demuestran diversos estudios de neuroimagen que encuentran que la activación de las áreas implicadas en la memoria de trabajo aumentan progresivamente con la edad mejorando sustancialmente durante la infancia (Gathercole, 1998, Luciana y Nelson, 1998; Zald y Iacono, 1998) y que cada componente del modelo aumenta su capacidad hasta la adolescencia (Gathercole, Pickering, Ambridge, y Wearing, 2004).

Los incrementos en el desempeño de tareas de MT en función de la edad estaría asociado a los diferentes procesos de maduración cerebral que acontecen durante el período postnatal. Entre estos, se han registrado cambios en la sustancia blanca (Giedd et al., 1999) y sustancia gris cortical (Giedd, Blumenthal, Jeffries, Castellanos, Liu, Zijdenbos et al., 1999; Gogtay, Giedd, Lusk, Hayashi, Greenstein, Vaituzis, et al., 2004), en los procesos de mielinización cerebral (Sowell, Thompson, Tessner, y Toga, 2001; Sowell, Thompson, Leonard, Welcome, Kan, y Togan, 2004), en los procesos sinápticos (Huttenlocher y Dabholkar, 1997), en las conexiones interhemisféricas (Thompson, Giedd, Woods, MacDonald, Evans y Toga, 2000) y en el metabolismo cerebral (Chugani, 1999).

En cuanto a las diferencias según género en el desempeño de las variables estudiadas no encontramos diferencias significativas. Esto se corresponde con las investigaciones de

Feingold (1993) y Burges (2006), que concluyeron que ambos sexos tienen un rendimiento muy similar durante los años escolares primeros y medios y que a partir de la adolescencia su desempeño diverge en algunos campos relacionados con las distintas habilidades cognitivas, haciéndose más notable esta diferencia en la edad adulta.

Coincidentemente con nuestro estudio, Torres et al. (2006), Zarzosa Rosas (2003) y Blanco Pérez (2006) no encontraron diferencias de género significativas en tareas que implican memoria de trabajo, comprensión lectora y habilidades matemáticas, respectivamente.

Analizando lo planteado por Vílchez-Román et al. (2006) sobre los estilos de aprendizaje ligados a las diferencias sexuales, se podría decir que las que están basadas en la estructura cerebral solo marcan distintos estilos de aprendizaje, pero no establecen diferencias cuantitativas en el rendimiento en las habilidades cognitivas estudiadas.

Fundamentada la relación entre la memoria de trabajo y el rendimiento académico, creemos que la enseñanza de contenidos escolares debe valerse de estos elementos neurocientíficos para optimizar las capacidades potenciales de aprendizaje. La maduración estructural tanto de las diversas regiones encefálicas como de sus conexiones, potenciada por el aprendizaje, constituye una condición ideal para diseñar y poner en práctica planes de intervención que tiendan a la prevención del fracaso escolar de los alumnos a través de la estimulación de variables predictoras como demuestra ser la memoria de trabajo.

A modo de resumen, podríamos decir que, si bien son muchos los estudios que señalan la memoria de trabajo como fundamental en el desempeño académico, a partir del presente estudio podemos aportar que el funcionamiento de la memoria de trabajo multicomponente, del componente ejecutivo central, específicamente, es un predictor significativo del rendimiento académico en lengua y matemática en estudiantes de entre 8 y 9 años de edad.

En coincidencia con estudios previos, no se encontrarían diferencias relacionadas al género en el desempeño de la memoria de trabajo ni en el rendimiento académico en lengua como tampoco en matemáticas.

Se establece una correlación entre la memoria de trabajo, a través del componente ejecutivo central, y el rendimiento en lengua que explicaría el 21 % de la varianza de la asignatura.

Finalmente, la relación que existe entre la memoria de trabajo, a través del componente ejecutivo central, y el rendimiento en matemática explicaría casi el 28 % de la varianza de la asignatura.

7. Referencias

- Ackerman, Peggy y Dykman, Roscoe. (1995). Reading-disabled students with and without comorbid arithmetic disability. *Developmental Neuropsychology*, 11(3), 351-371. doi.org/10.1080/87565649509540625.
- Alloway, Tracy; Gathercole, Susan; Kirkwood, Hannah y Elliott, Julian (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *Educational Psychology*, 28, 725-734. doi.org/10.1080/01443410802243828.
- Alloway, Tracy; Gathercole, Susan; Adams, Anne-Marie; Willis, Catherine; Eaglen, Rachel y Lamont, Emily. (2005). Working memory and other cognitive skills as predictors of progress toward early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 417-426. doi:10.1348/026151005X26804
- Awh, Edward; Vogel, Edward y Oh, Sei-Hwan. (2006). Interactions between selective attention and working memory. *Neuroscience*, 139, 201-208.
- Baddeley, Alan. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Baddeley, Alan. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559. doi.org/10.1016/1053-8100(92)90037-B.
- Baddeley, Alan. (1996). The fractionation of working memory. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93, 13468-13472, Colloquium Paper. doi.org/10.1073/pnas.93.24.13468.
- Baddeley, Alan. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208. doi.org/10.1016/S0021-9924(03)00019-4.
- Baddeley, Alan; Papagno, Constanza y Vallar, Giuseppe. (1988). When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language*, 27, 586-595. doi.org/10.1016/0749-596X(88)90028-9.
- Baddeley, Alan y Hitch, Graham. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.) *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, 8, (pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Blanco Pérez, Margarita. (2006). *Dificultades específicas del aprendizaje de las matemáticas en los primeros años de la escolaridad: detección precoz y características evolutivas*. (Tesis). Universidad de Valladolid, España.
- Burges, Lucrecia. (2006). Diferencias mentales entre los sexos: Innato versus adquirido bajo un enfoque evolutivo. *Ludus Vitalis*, XIV (25), 43-73.

- Chugani, Harry. (1999). Metabolic imaging: A window on brain development and plasticity. *The Neuroscientist*, 5, 29-40. doi:10.1177/107385849900500105.
- Daneman, Meredyth y Carpenter, Patricia. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466. doi.org/10.1016/S0022-5371(80)90312-6.
- Engle, Randall; Tuholski, Stephen; Laughlin, James y Conway, Andrew. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable model approach. *Journal of Experimental Psychology*, 128, 309–331. doi.org/10.1037/0096-3445.128.3.309.
- Etchepareborda, Máximo y Abad-Mas, Luis. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Rev Neurol*, 40(1) 79-83.
- Feingold, Alan (1993). Cognitive gender differences: A developmental perspective. *Sex Roles*, 29(1-2), 91-112
- Gathercole, Susan (1998). The development of memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 3–27. doi.org/10.1017/S0021963097001753.
- Gathercole, Susan; Alloway, Tracy; Kirkwood, Hannah; Elliott, Julian; Holmes, Joni y Hilton, Kerry. (2008). Attentional and executive function behaviours of children with poor working memory. *Learning and Individual Differences*, 18, 214-223. doi.org/10.1016/j.lindif.2007.10.003.
- Gathercole, Susan; Pickering, Susan; Ambridge, Benjamin y Wearing, Hannah. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177–190. doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177.
- Giedd, Jay; Blumenthal, Jonathan; Jeffries, Neal; Castellanos, Francisco; Liu, Hong; Zijdenbos, Alex, Paus, Tomás; Evans, Alan y Rapopor, Judith. (1999). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2, 861–863. doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177
- Gogtay, Nitin; Giedd, Jay; Lusk, Leslie; Hayashi, Kiralee; Greenstein, Deana; Vaituzis Catherin., et al. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101, 8174–8179. doi.org/10.1073/pnas.0402680101.
- Hitch, Graham; Towse, John y Hutton, Una. (2001). What limits children's working memory span? Theoretical accounts and applications for scholastic development. *Journal of Experimental Psychology*, 130(2), 184-198. doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.184.
- Holmes, Joni y Adams, John. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26, 339-366. doi.org/10.1080/01443410500341056.

- Huttenlocher, Peter y Dabholkar, Arun. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *J Comp Neurol*, 387, 167–78. doi:10.1002/(SICI)1096-9861(19971020)387:2<167:AID-CNE1>3.0.CO;2-Z.
- Just, Marcel y Carpenter, Patricia. (1992). A capacity theory of comprehension. Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149. doi.org/10.1037/0033-295X.99.1.122.
- León, José. (2004). ¿Por qué las personas no comprenden lo que leen? *Psicología Educativa*, 10(2) 101-116.
- Lezak, Muriel. (1995). *Neuropsychological Assessment* (3rd. Ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Luciana, Mónica y Nelson, Charles. (1998). The functional emergence of prefrontally guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36, 273–293. doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00109-7.
- McKenzie, Bruce; Bull, Rebecca y Gray, Colin. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology*, 20, 93–108.
- Paba Barbosa, Carmelina., Lara Gutiérrez, Rosa. y Palmezano Rondón, Ani. (2008). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Revista de la facultad de ciencias de la salud universidad de Magdalena*, 5(2).
- Rey, André. (1987). *Test de copie et de reproduction de mémoire de figures géométriques complexes*. Test de copia de una figura compleja. Madrid: TEA.
- Sánchez, Federico; Tabullo, Angel.; Marro, Claudia; Sánchez, Maria; Yorio, Alberto y Segura, Enrique. (2009). Efectos del desarrollo en la memoria de trabajo y el aprendizaje de categorías en niños. Universidad de Buenos Aires. *Anuario de Investigaciones*, XVI: 307-312.
- Sowell, Elizabeth; Thompson, Paul; Leonard, Cristiana, Welcome, Suzanne; Kan, Eric y Togan, Arthur. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *The Journal of Neuroscience*, 24, 8223–8231. doi:10.1523/JNEUROSCI.1798-04.2004.
- Sowell, Elizabeth; Thompson, Paul; Tessner, Kevin y Toga, Arthur. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *The Journal of Neuroscience*, 21, 8819–8829.
- Thompson, Paul; Giedd, Jay; Woods, Roger; MacDonald, David; Evans, Alan y Toga, Arthur. (2000). Growth patterns in the developing brain detected by using continuum mechanical tensor maps. *Nature*, 404, 190–193.

- Torres, Ana; Puig, Olga; Boget, Teresa y Salamero, Mariel. (2006). Diferencias de género en las funciones cognitivas e influencia de las hormonas sexuales. *Actas Esp. Psiquiatría*, 34(6), 408-15.
- Vílchez-Román, Carlos; Ampuero-Torres, Alina y Espíritu-Barrón, Edmundo. (2010). *La Educación diferenciada: alternativa pedagógica para una Educación equitativa*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- Vuontela, Virve; Steenari, Maija-Riikka; Carlson, Synnöve; Koivisto, Juha; Fjällberg, Mika y Eeva, Aronen. (2003). Audiospatial and Visuospatial Working Memory in 6–13 Year Old School Children. *Learning & Memory*, 10, 74-81
- Wechsler, David. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Zald, David y Iacono, William. (1998). The development of spatial working memory abilities. *Developmental Neuropsychology*, 14, 563 – 578. doi:10.1080/87565649809540729.
- Zapata, Luis; De los Reyes, Carlos; Lewis, Soraya y Barceló, Ernesto. (2009). Memoria de trabajo y rendimiento académico en estudiantes de primer semestre de una universidad de la ciudad de Barranquilla. *Psicol. Caribe*, 23, 66-82.
- Zarzosa Rosas, Sara. (2003). *El Programa de lectura nivel 1 sobre la comprensión de lectura en niños que cursan el 3er grado de primaria de nivel socioeconómico medio y bajo*. Tesis doctoral (manuscrito publicado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.