



Artículo original

## Memoria de trabajo verbal y visoespacial en niños con trastornos específicos del aprendizaje de la lectura

Verbal and Visuospatial Working Memory in Children with Specific Reading Learning  
Disorders

Birmania Alcívar Ruiz<sup>1</sup> 

Yelena Dolores Solórzano Mendoza<sup>1</sup> 

Edelmary Muñoz Aveiga<sup>1</sup> 

Paola Margarita Intriago Alarcón<sup>1</sup>

Linda Vanesa Franco Solorzano<sup>1</sup>

Yusel Iraklys Salazar Guerra<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Laica “Eloy Alfaro”. Manta, Manabí, Ecuador.

Recibido: 18/03/2020  
Aceptado: 15/05/2020

### RESUMEN

**Introducción:** El trastorno del aprendizaje de la lectura es probablemente uno de los aspectos que subyacen al trastorno y está relacionado con fallos en la capacidad de almacenamiento de la memoria de trabajo verbal y visoespacial.

**Objetivo:** Caracterizar la capacidad de almacenamiento de la memoria de trabajo en niños con trastornos del aprendizaje de la lectura.

**Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo, en una población de 58 estudiantes de primaria, organizados en grupo de estudio (29 niños con trastorno del aprendizaje de la lectura) y un grupo control (29 niños hábiles lectores), pareados según edad, sexo, escolaridad, y escuela de procedencia. Se utilizaron, Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth, Batería Parietal de Boston, Tarea de Repetición de Dígitos en Orden Directo



y Test de Memoria de Rey. Se realizó análisis estadístico descriptivo y comparativo con la prueba t de Student.

**Resultados:** El trastorno específico del aprendizaje de la lectura registrado en los niños que conformaron el grupo experimental mostró diferentes niveles de gravedad y profundidad. En el 82,8 % de los casos fue leve, en tanto en el otro 17,2 % fue moderado. Los niños con dificultades del aprendizaje de la lectura y los hábiles lectores muestran diferencias estadísticamente significativas en la ejecución de los test.

**Conclusiones:** Los niños con dificultades del aprendizaje de la lectura muestran una capacidad de almacenamiento y retención de información en los componentes verbal y visoespacial de la memoria de trabajo, menor que los niños hábiles lectores. En estos niños la capacidad de procesamiento del componente verbal, es superior a la capacidad del componente visoespacial.

**Palabras clave:** edad escolar; memoria de trabajo verbal; memoria de trabajo visoespacial; trastornos específicos del aprendizaje de la lectura.

## ABSTRACT

**Introduction:** Reading learning disorders is probably one of the underlying aspects of the disorder, and is related to failures in the storage capacity of verbal and visuospatial working memory.

**Objective:** Characterize the storage capacity of working memory in children with reading learning disorders.

**Methods:** A descriptive study was carried out in a population of 58 primary school students, organized in a study group (29 children with reading learning disorders), and a control group (29 skilled reader children), matched according to age, sex, schooling and school of origin. Rey-Osterrieth Complex Figure Test, Boston Parietal Battery, Digital Repetition Task in Direct Order and Rey's Memory Test were used. Descriptive and comparative statistical analysis was carried out with Student t test.

**Results:** The specific reading learning disorder found in the children who made up the experimental group showed different levels of severity and depth: in the 82,8% of case it was mild, and in the 17,2% of them it was moderated. Children with reading learning difficulties and the skilled readers had statistically significant differences in carrying out the tests.

**Conclusions:** Children with reading learning disorder showed a lower capacity for storing and retaining information in the verbal and visuospatial components of working memory than skilled reader children. In these children, the processing capacity of the verbal component is higher than the capacity of the visuospatial component.



**Keywords:** school age; verbal working memory; visuospatial working memory; specific reading learning disorders.

## Introducción

El lenguaje humano es una función cognitiva genéticamente establecida, cuya adquisición ocurre durante el proceso de socialización por la exposición del niño a un contexto hablante, en el que se apropia de un sistema de símbolos conocidos como códigos verbales.<sup>(1)</sup> Estos constituyen un sistema de signos arbitrarios culturalmente establecidos, que marcan una relación analógica constante dentro de una cultura con los elementos que van a significar.<sup>(2)</sup>

El carácter netamente cultural del código verbal supone determinadas especificidades de procesamiento mental, en función de las cuales el sistema cognitivo dispone de un conjunto de componentes que conforman el sistema de procesamiento lingüístico. Este último se encarga de la descodificación del mensaje verbal o de su codificación durante la producción verbal.<sup>(3,4,5,6)</sup>

El lenguaje humano, además de su forma oral, se trasmite también en forma de códigos visuales grafémicos que son escritos o leídos. Estos códigos verbales visuales cumplen la misma función que el código verbal oral;<sup>(7)</sup> aun cuando el lenguaje escrito, al ser un invento reciente en la historia de la humanidad, no cuenta, como sucede con el lenguaje oral, con estructuras cerebrales genéticamente establecidas para su adquisición.<sup>(7,8,9,10,11,12,13,14)</sup> Es por esto que la lectura y la escritura se conforman en el desarrollo ontogenético a partir de la estimulación ambiental y el reclutamiento de estructuras cerebrales genéticamente diseñadas para otras funciones.<sup>(3,4,5)</sup>

Tal peculiaridad implica que la adquisición de la lectura requiera capacidad para descodificar estímulos visuales, velocidad en la denominación, amplitud de vocabulario, capacidad de la memoria operativa y habilidad para mantener la atención y la concentración. Esta característica del lenguaje escrito obliga al sistema cognitivo a desarrollar mecanismos para el procesamiento de las letras, de modo que las palabras y frases escritas puedan ser procesadas lingüísticamente.<sup>(3,4,5)</sup>

Al margen del carácter no genético del lenguaje escrito, su procesamiento cognitivo, una vez desarrollado, no difiere esencialmente del procesamiento del código fonémico. Sin embargo, hay diferencias que particularizan la manera de procesamiento de una y otra forma de representación del código verbal. En primer lugar, por la naturaleza auditiva y visual de cada uno, su procesamiento inicial corre a cargo de componentes cognitivos diferentes: el audioperceptivo y el visoperceptivo, respectivamente.

En segundo lugar, la señal verbal visual es estable, los grafemas son individualizados y están separados unos de otros. Además, a diferencia de la señal auditiva que es continua



*Este material es publicado según los términos de la Licencia Creative Commons Atribución–NoComercial 4.0. Se permite el uso, distribución y reproducción no comerciales y sin restricciones en cualquier medio, siempre que sea debidamente citada la fuente primaria de publicación.*

y rápida, la señal visual es estable en el tiempo, lo cual permite al lector puede marcar su propio ritmo; y los signos de puntuación transmiten la información contextual que en el lenguaje oral expresan la prosodia y los gestos faciales.<sup>(3,4,5,15,16)</sup>

El procesamiento del lenguaje escrito para la comprensión de la lectura inicia con un análisis visuoperceptual de los grafemas. Esto implica que los puntos y líneas que constituyen las letras se perciban independientes, dando lugar a un mapa de las características perceptuales distintivas de cada una, las cuales luego se integran en la forma de la letra. Este mapa de las formas de las letras accede a un almacén de grafemas donde adquieren su carácter lingüístico y su salida de procesamiento es una representación centrada en el objeto que designa, o mapa grafémico. Luego los grafemas se transforman en una representación de contacto, que es la palabra escrita, la cual debe ser capaz de activar en el léxico grafémico la palabra correspondiente. Esta activación da lugar al reconocimiento de la palabra escrita y al acceso a toda su información morfológica, sintáctica y semántica.<sup>(3,7,15)</sup>

Cuando estos mecanismos de procesamiento lingüístico del código verbal grafémico fallan, la persona enfrenta dificultades para la comprensión de la lectura, que pueden ser consecuencia de una lesión cerebral adquirida posterior al desarrollo de las habilidades básicas para la lectura, o pueden ser causa de una alteración para la adquisición de esas habilidades básicas. En este segundo caso se manifiesta como un trastorno específico para el aprendizaje de la lectura.<sup>(17,18)</sup>

Según el *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, quinta edición, (DSM-5),<sup>(19)</sup> el trastorno específico para el aprendizaje de la lectura se expresa en una lectura de palabras imprecisa, lenta, con esfuerzo y muchas dificultades para comprender el significado de lo que lee. Esta alteración tiene lugar en presencia de condiciones socioculturales favorables, una inteligencia adecuada, la utilización de métodos de instrucción adecuados y, sobre todo, la falta de una patología cerebral demostrable.<sup>(15,16,18)</sup>

La ausencia de daño cerebral demostrable en el trastorno específico para el aprendizaje de la lectura ha generado muchas hipótesis sobre su posible etiología.<sup>(3,4,5)</sup> Desde una postura neuropsicológica se ha considerado que la dificultad para el aprendizaje de la lectura este asociado a alteraciones perceptivo-visuales o a alteraciones auditivo-lingüísticas que dificultan el acceso al significado de lo leído. Ciertas hipótesis cognitivas plantean afectaciones en la asociación grafema-fonema. En tanto, hipótesis neurolingüísticas consideran la presencia de alteraciones en la percepción simultánea del hemisferio derecho o alteraciones del proceso de percepción secuencial del hemisferio izquierdo.<sup>(3,4,5,12,20,21)</sup>

Al margen de las evidencias empíricas que puedan haber apoyado estas hipótesis, actualmente se considera que las dificultades del aprendizaje pueden estar asociadas a fallos en los sistemas de memoria.<sup>(3,22,23)</sup> Pues, el procesamiento de la información verbal requiere además de componentes específicos y recursos de procesamiento, de un dispositivo de almacenamiento a corto plazo que permita mantener la información



que se está procesando activa y accesible a los procesadores implicados, durante el tiempo que se opera con ella.<sup>(3)</sup>

Para satisfacer tales exigencias de procesamiento, el sistema cognitivo dispone de la memoria de trabajo verbal (o bucle fonológico), la cual está constituida por un almacén a corto plazo donde la información se mantiene en formato fonológico por varios segundos, y un componente de control articulatorio o bucle de retroalimentación que, mediante repetición subvocal, repone esa información en el almacén, prolongando su permanencia. Estos componentes se encargan de mantener activo el material verbal, permitiendo operar con él y almacenarlo.<sup>(4,24,25)</sup> Ello, tanto cuando es oral como cuando es visual.

Sin embargo, la información verbal gráfemica al margen de tener una función lingüística, constituye un estímulo visual. Esto implica que previo a su procesamiento lingüístico deba ser procesada como información visual, y por tanto, se hace necesaria la participación de la memoria de trabajo visoespacial, la cual, de manera similar a la memoria de trabajo verbal cuenta con dos componentes: el almacén visoespacial y su bucle de retroalimentación.<sup>(26,27,28)</sup>

Los fallos en alguno de estos componentes de memoria de trabajo, afecta el procesamiento del lenguaje para la lectura y de su gravedad depende cuánto se afecta, no solo la lectura, sino todo el procesamiento cognitivo.

De hecho, tal como argumentó *Benedet*,<sup>(30)</sup> el ritmo de procesamiento mental y aprendizaje general de los niños con problemas del aprendizaje de la lectura difiere en relación a niños sin estas dificultades. Esa diferencia pudiera estar asociada a varios factores; sin embargo, los candidatos más probables siguen siendo los componentes de procesamiento de la memoria de trabajo, que son los que más implicación directa tienen con el procesamiento cognitivo global y, por tanto, pudieran estar en la base de las dificultades para el aprendizaje de la lectura.<sup>(30)</sup>

Hacer a un lado las hipótesis previas y centrarse en esta hipótesis del daño en la memoria de trabajo como factor subyacente a los problemas del aprendizaje de la lectura, además de contar con evidencias empíricas que lo apoyan, desde el punto de vista práctico es muy pertinente. En este caso, tanto el maestro como otros profesionales vinculados a la educación de estos niños pueden actuar en función de mejorar la capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo de los niños.

Algunos autores<sup>(24,31,32)</sup> refieren que las estrategias de intervención que se aplican en los contextos para los niños con trastornos del aprendizaje de la lectura se benefician de una adecuada caracterización de las peculiaridades de procesamiento cognitivo de cada niño, y en especial, de su capacidad de memoria de trabajo. Esto, porque justamente de esa capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo depende la asimilación de la intervención educativa que se implemente.

Partiendo de estos argumentos, sobre todo la necesidad de optimizar el trabajo de intervención que realizan maestros con los niños con trastornos del aprendizaje de la lectura, se considera pertinente precisar como objetivo de la investigación caracterizar



las particularidades cognitivas de los componentes de procesamiento fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo de niños con trastornos del aprendizaje de la lectura.

## Métodos

Se realizó un estudio descriptivo mediante un diseño de investigación cuantitativa. La población participante estuvo conformada por 58 escolares de cuarto a séptimo grados de básica de las Unidades Educativas “José Peralta”, “Israel” y “4 de noviembre”, de la Ciudad de Manta, Provincia Manabí, República del Ecuador.

Esta población participante estuvo distribuida en dos grupos pareados según edad, sexo, grado escolar, unidad educativa, docentes, nivel socioeconómico, nivel escolar y ocupación de los padres: un grupo de estudio y un grupo control.

El grupo de estudio estuvo integrado por 29 estudiantes con dificultades en el aprendizaje de la lectura, lo que fue diagnosticado por el Departamento de Consejería Estudiantil de la Unidad Educativa según los criterios del DSM-5;<sup>(13)</sup> rendimiento escolar adecuado en las restantes áreas de aprendizaje diferentes de la lectura, ausencia de antecedentes personales o evidencias actuales de trastorno del neurodesarrollo según los criterios diagnósticos del DSM-5.

El grupo control estuvo integrado por 29 estudiantes hábiles lectores, emparejados según los criterios previamente referidos con el grupo experimental. La distribución por sexo, edad, grado escolar y unidad educativa de procedencia, del grupo de estudio y del grupo control fue similar.

En todos los casos, los niños fueron informados sobre los objetivos de la investigación y la contribución de cada uno en particular, así como de su derecho a decidir si participaba o no. Se contó con el consentimiento informado por escrito de los padres y también del niño.

## Instrumentos y procedimientos

En la memoria de trabajo visoespacial se tiene en cuenta la distinción entre el almacén y el bucle de retroalimentación. El almacén del componente visoespacial de la memoria de trabajo involucra el volumen de elementos de información visual, espacial o visoespacial, que puede retener en estado consciente el almacén del componente visoespacial de la memoria de trabajo con una asignación adecuada de recursos de procesamiento por el sistema ejecutivo. El bucle de retroalimentación del componente visoespacial de la memoria de trabajo expresa el volumen de elementos de información visual, espacial o visoespacial, que puede mantener en estado de activación preconscious el bucle de retroalimentación del componente visoespacial de la memoria



*Este material es publicado según los términos de la Licencia Creative Commons Atribución–NoComercial 4.0. Se permite el uso, distribución y reproducción no comerciales y sin restricciones en cualquier medio, siempre que sea debidamente citada la fuente primaria de publicación.*

de trabajo, con una asignación adecuada de recursos de procesamiento por el sistema ejecutivo.<sup>(3,26)</sup>

En la memoria de trabajo verbal se tiene en cuenta la distinción entre el almacén y el bucle de retroalimentación. El almacén del componente fonológico de la memoria de trabajo se refiere al volumen de elementos de información verbal que puede retener en estado consciente el almacén del componente fonológico de la memoria de trabajo, con una asignación adecuada de recursos de procesamiento por el sistema ejecutivo. El bucle de retroalimentación del componente fonológico de la memoria de trabajo se refiere al volumen de elementos de información verbal que puede mantener en estado de activación preconscious el bucle de retroalimentación del componente verbal de la memoria de trabajo, con una asignación adecuada de recursos de procesamiento por el sistema ejecutivo.<sup>(3)</sup>

Para la descripción de la capacidad de procesamiento de los componentes verbales y visoespacial de la memoria de trabajo en la población participante se utilizaron los siguientes exámenes:

*Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth:* Se utilizó para explorar la capacidad de procesamiento del almacén de la memoria de trabajo visoespacial. Su aplicación implica dos tareas: copia y evocación. Lo primero supone pedir al sujeto que copie la figura compleja. Una vez que ha terminado la copia se retira el modelo y se pide reproducir de memoria la figura. Esta segunda tarea es la que permite explorar la amplitud del almacén del componente visoespacial de la memoria de trabajo.

*Batería Parietal de Boston:* Se usó para explorar la amplitud de procesamiento del bucle de retroalimentación de la memoria de trabajo visoespacial. Consiste en el dibujo de seis objetos: reloj, margarita, elefante, cruz, cubo geométrico y casa en perspectiva. Su ejecución supone mostrar al sujeto por un intervalo de cinco segundos cada dibujo y se le pide que lo reproduzca. Luego debe copiar cada dibujo de un modelo. Finalmente tiene que reproducir las figuras de memoria. Esta reproducción aporta los datos necesarios para caracterizar la capacidad de procesamiento del bucle de retroalimentación de la memoria de trabajo visoespacial.

*Test de memoria de Rey:* Es una versión americana del test patopsicológico de repetición de palabras de Luria. Se utiliza para explorar la amplitud del almacén fonológico del componente fonológico de la memoria de trabajo. Consiste en dos listas de palabras que se muestran y se deben repetir a continuación por tres ocasiones. Para explorar la amplitud del almacén fonológico del componente fonológico de la memoria de trabajo con esta prueba, el dato relevante es el que se obtiene con la evocación de la segunda lista de palabras. Las otras repeticiones se toman como entrenamiento.

*Tarea de Repetición de Dígitos en Orden Directo:* Esta tarea es una versión del subtest de Repetición de Dígitos de la Wechsler Adult Intelligence Scale Revised (WAIS-R), para el uso en pacientes neuropsicológicos. Se utilizó para evaluar la capacidad de bucle de retroalimentación del componente fonológico de la memoria de trabajo. La tarea incluye ocho elementos, cada uno de dos series con el mismo número de dígitos. El



Este material es publicado según los términos de la Licencia Creative Commons Atribución–NoComercial 4.0. Se permite el uso, distribución y reproducción no comerciales y sin restricciones en cualquier medio, siempre que sea debidamente citada la fuente primaria de publicación.

número de dígitos de las series aumenta progresivamente de 2 a 9. El sujeto debe repetir la lista de números inmediatamente después que se le lee.

## Análisis de datos

Se realizaron, distribuciones de frecuencias absolutas y relativas para describir el rendimiento de los participantes en los test neurocognitivos aplicados. Se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión, como media y desviación estándar. Se aplicó una prueba t de Student para comparar las ejecuciones de ambos grupos.

## Resultados

En ambos grupos, el 79,3 % fue de sexo masculino y el 20,7 % de sexo femenino. La edad promedio registrada fue de 9,97 años, con una desviación estándar de 1,476, en un rango de 8-12 años. El 26,6 % de los participantes fueron de cuarto grado, el 17,2 % de quinto, el 13,8 % de sexto y el 41,4 % de séptimo grado. El 55,2 % fueron estudiantes de la unidad educativa “4 de noviembre”, el 20,7 % de la “José Peralta” y el 24,1 % de la “Israel”.

El trastorno específico del aprendizaje de la lectura registrado en los niños que conformaron el grupo experimental mostró diferentes niveles de gravedad y profundidad. En el 82,8 % de los casos fue leve, en tanto en el otro 17,2 % fue moderado. No se registraron casos donde el trastorno específico del aprendizaje de la lectura fuera profundo (Tabla 1).

**Tabla 1** - Gravedad y profundidad de los problemas del aprendizaje de la lectura en el grupo de estudio

Trastorno específico del aprendizaje de la lectura	Frecuencia	Porcentaje
Leve	24	82,8
Moderado	5	17,2
Profundo	0	0
Total	29	100

Las ejecuciones mostradas por los participantes del grupo de estudio en el Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth, indican que la capacidad de procesamiento del almacén del componente visoespacial de la memoria de trabajo es patológica en el 44,8



*Este material es publicado según los términos de la Licencia Creative Commons Atribución–NoComercial 4.0. Se permite el uso, distribución y reproducción no comerciales y sin restricciones en cualquier medio, siempre que sea debidamente citada la fuente primaria de publicación.*



% de los casos; en el 41,4 % es deficitaria y solamente en el 13,8 % la amplitud de procesamiento es adecuada. Las ejecuciones de los participantes del grupo control indican que la amplitud de procesamiento del almacén del componente visoespacial de la memoria de trabajo es adecuada en el 89,7 % de los casos y deficitaria en el 10,3 %. En ninguno de los casos se registraron ejecuciones patológicas (Tabla 2).

**Tabla 2 - Rangos en Figura Compleja de Rey. Grupo de estudio y grupo control**

Categoría	Grupo de estudio		Grupo control	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Normal	4	13,8	26	89,7
<i>Border Line</i>	12	41,4	3	10,3
Patológico	13	44,8	0	0
Total	29	100	29	100

La ejecución de este grupo en la Batería Parietal de Boston indica que la amplitud de procesamiento del bucle de retroalimentación del componente visoespacial de la memoria de trabajo fue patológica en el 13,8 % de los casos, en el grupo control en el 96.4% de los casos fue adecuada (Tabla 3).

**Tabla 3 - Rangos en Batería Parietal de Boston. Grupo de estudio y grupo control**

Categoría	Grupo de estudio		Grupo control	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Normal	7	24,1	28	96,6
<i>Border Line</i>	18	62,1	1	3,4
Patológico	4	13,8	0	0
Total	29	100	29	100

Las ejecuciones en el Test de Memoria de Rey de este grupo de participantes indican la amplitud de procesamiento del almacén del componente fonológico de la memoria de trabajo en el 75,9 % la amplitud de procesamiento fue deficitaria y en el grupo control, en el en el 24, 1 % (Tabla 4).

**Tabla 4 - Rangos Memoria de Rey. Grupo de estudio y grupo control**

Categoría	Grupo de estudio		Grupo control	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Normal	5	17,2	22	75,9
<i>Border Line</i>	22	75,9	7	24,1
Patológico	2	6,9	0	0
Total	29	100	29	100



Las ejecuciones en la Tarea de Repetición de Dígitos en Orden Directo indican que en el 58,6 % de los casos la amplitud de procesamiento del bucle de retroalimentación del componente fonológico de la memoria de trabajo fue deficitaria, mientras que en el grupo control fue en el 96,6 % de los casos (Tabla 5).

**Tabla 5 - Rangos Test de Dígitos en Orden Directo. Grupo estudio y grupo control**

Categoría	Grupo de estudio		Grupo control	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Normal	12	41,4	28	96,6
Border Line	17	58,6	1	3,4
Patológico	0	0	0	0
Total	29	100	29	100

En el Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth se observó que el valor medio de puntuación (P) obtenido por el grupo de estudio fue de 9,72, con una desviación estándar (DS) de 5,091, en un rango de valores entre 4 y 24. Sin embargo, el valor medio de puntuación obtenido por el grupo control fue de 20,41, DS = 2,598, en un rango de valores de 13 a 24. Esta diferencia de P y DS indica que los participantes del grupo de estudio ejecutaron peor el test y presentan menor capacidad de procesamiento del almacén del componente visoespacial de la memoria de trabajo. Ello lo corrobora la prueba t de Student (T = 9,776), cuyo resultado se ubica por encima del valor correspondiente para un grado de libertad (Gl) de 56, con un intervalo de confianza de 0,01.

En el Test de la Batería Parietal de Boston, en el grupo de estudio P = 6,48, DS = 2,262, en un rango de 3 a 11. En tanto en el grupo control P = 10,34, DS = 1,344, en un rango de 7 a 12. Esto indica que los participantes del grupo experimental presentaron una menor capacidad de procesamiento del bucle de retroalimentación del componente visoespacial de la memoria de trabajo. Así también lo reflejó el resultado de la prueba t de Student (7,905), valor que se ubica por encima del correspondiente para Gl = 56, con un intervalo de confianza de 0,01.

En el Test de Memoria de Rey, el grupo de estudio se obtuvo P = 4,52, DS = 1,271, en un rango de 2 a 7; en el grupo control P = 6,01, DS = 0,802, en un rango de 4 a 7. Esto indica que los participantes del grupo control presentan una mayor amplitud de procesamiento del almacén del componente fonológico de la memoria de trabajo (t de Student 5,513; Gl = 56, con un intervalo de confianza de 0,01).

En la Tarea de Repetición de Dígitos en Orden Directo, el valor medio de puntuación obtenido por el grupo de estudio fue de 5,28, DS = 0,797, en un rango de valores entre 4 y 7. El valor medio de puntuación obtenido por el grupo control fue de 6,91, DS = 0,772, en un rango de valores entre 5 y 8. Esto indica que los participantes del grupo control presentaron una mayor capacidad de procesamiento del almacén del

*Este material es publicado según los términos de la Licencia Creative Commons Atribución–NoComercial 4.0. Se permite el uso, distribución y reproducción no comerciales y sin restricciones en cualquier medio, siempre que sea debidamente citada la fuente primaria de publicación.*



componente fonológico de la memoria de trabajo, en comparación con los participantes del grupo de estudio ( $t$  de Student =7,865;  $GI=56$ , intervalo de confianza de 0,01).

## Discusión

En nuestro estudio la capacidad de procesamiento del almacén y del bucle de retroalimentación de los componentes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo de los participantes hábiles lectores fue mayor que la de niños con trastornos específicos del aprendizaje de la lectura y, por tanto, sus dificultades de la lectura pudieran estar asociadas a estas dificultades de capacidad de procesamiento de los componentes de su memoria de trabajo.

Respecto a las posibles causas de los trastornos de la lectura la literatura apunta como una de las posibles causas hacia la memoria de trabajo.<sup>(30)</sup> Sin embargo, los estudios que han tratado los trastornos específicos del lenguaje desde diferentes enfoques teóricos es definitivamente escasa, incluso en el enfoque cognitivo, que es donde más de cerca se tiene a los procesos mentales que subyacen al procesamiento cognitivo del código grafémico.<sup>(33)</sup>

Pese a ello, algunos autores como *Benedet*<sup>(3,4,5)</sup> relacionan la memoria de trabajo con los trastornos de la lectura, al plantear que los problemas con la capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo están en la base de los trastornos de la lectura.<sup>(12)</sup>

Durante el proceso de aprendizaje de la lectura, a la par que se aprenden los códigos grafémicos, se debe aprender a asociar cada código con un fonema o sonido del lenguaje oral, y hasta tanto no haya desarrollado totalmente la habilidad lectora, se utiliza como vía para la lectura la fonológica, que implica la conversión grafema- fonema.<sup>(3)</sup> Por tanto, las limitaciones de los componentes visual y verbal de la memoria de trabajo limita, por una parte, el procesamiento visual del grafema o de la secuencia de grafemas que conforman las palabras; y, por la otra, el proceso de conversión grafema-fonema, lo cual afecta de alguna forma el aprendizaje de la lectura, ya sea dificultando su adquisición o enlenteciéndola, en correspondencia con el nivel de gravedad de las afectaciones de la memoria de trabajo.<sup>(34,35)</sup>

En nuestra investigación es evidente que la capacidad de procesamiento de los componentes de la memoria de trabajo de los niños del grupo experimental es reducida en comparación con los niños del grupo control, aunque esa diferencia de amplitud de procesamiento varía en relación a cada uno de estos componentes. Sin embargo, un dato relevante es que la diferencia de rendimiento de los participantes del grupo experimental en las pruebas verbales es estadísticamente significativa, en relación con la ejecución en las pruebas no verbales.



En una prueba T aplicada para comparar la diferencia entre los resultados mostrados en el Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth y el Test de Memoria de Rey, que se utilizan en la investigación para explorar la amplitud de procesamiento de los almacenes de los componentes fonológico y visoespacial, respectivamente, se obtuvo una diferencia significativa.

Los participantes ejecutaron mejor el Test de Memoria de Rey que el Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth. Esta diferencia estadística también se observa en la ejecución de la Batería Parietal de Boston y la Tarea de Repetición de Dígitos en Orden Directo. Es decir, que los participantes ejecutan mejor en la Tarea de Repetición de Dígitos que en el Test de Memoria de Rey. Esto indica que, en los niños con trastornos específicos del aprendizaje de la lectura, la capacidad de procesamiento del almacén y del bucle de retroalimentación del componente visoespacial de la memoria de trabajo es menor que la capacidad de procesamiento del almacén y del bucle de retroalimentación del componente fonológico.

Cuando se realizó un análisis comparativo con las ejecuciones en los participantes del grupo control similar al anteriormente presentado, no se encontraron diferencias significativas.

Estos datos empíricos relevantes que afloraron en nuestra investigación constituyen un punto importante para la verificación de la hipótesis que plantea *Benedet*<sup>(30)</sup> sobre las dificultades en la lectura. Esta autora sostiene que el problema fundamental de los trastornos de la lectura radica en sus limitaciones para el procesamiento visoespacial de las letras, sobre todo cuando se muestran en la estructura de un texto, por la combinación de rasgos visuales y su ubicación espacial, al margen de la ausencia de movimiento.

Estas limitaciones para el procesamiento visoespacial, como refiere *Benedet*,<sup>(4)</sup> se ha tratado de justificar a partir de las peculiaridades del procesamiento visuoperceptual de las letras. Sin embargo, con los datos obtenidos en esta investigación se puede redireccionar el punto de mira hacia la memoria de trabajo visoespacial, incluso, ignorando la posible influencia del sistema de control atencional en la ejecución en pruebas aplicadas, porque las dificultades de amplitud de procesamiento mostradas por el bucle de retroalimentación son propias de su estructura, no de la cantidad de recursos de procesamiento que maneja para su funcionamiento.<sup>(3,4,5,30,34,35)</sup>

En conclusión, los niños con dificultades del aprendizaje de la lectura muestran una capacidad de almacenamiento y retención de información en los componentes verbal y visoespacial de la memoria de trabajo, menor que los niños hábiles lectores. En estos niños la capacidad de procesamiento del componente verbal es superior a la capacidad del componente visoespacial.



## Referencias bibliográficas

1. Dronkers NF, Pinker S, Damasio A. Lenguaje y afasias. En: Kandel ER, Ed. Principios de neurociencia. México D.F.: Mc Graw-Hill; 2004. p. 1169-85.
2. Omar-Martinez E, Rodríguez-Abreu Y, Pino-Melgarejo M, Salazar-Guerra YI. Alteraciones del procesamiento preléxico en pacientes hispanohablantes con afasias sensoriales: evidencias neurolingüísticas. Revista Española de Logopedia, Foniatría y Audiología. 2017;37:30-7.
3. Benedet MJ. Fundamento teórico y metodológico de la neuropsicología cognitiva. Madrid: INSERSO; 2002.
4. Benedet MJ. Acercamiento neurolingüístico a las alteraciones del lenguaje. Fundamentos teóricos de la neurolingüística. Procesamiento normal del lenguaje. Madrid: Editorial EOS; 2006.
5. Benedet MJ. Acercamiento neurolingüístico a las alteraciones del lenguaje. Neurolingüística. Aplicaciones a la clínica. Madrid: Editorial EOS; 2006.
6. Omar-Martinez E, Broche-Pérez Y. Conversión auditivo-mental del código verbal. Los procesos de conversión acústico-fonémica. En: Ruiz-Millares L, Álvarez-Silva MR, Muñoz-Alvarado A, Pérez-Joa Y, Jackson-Rodríguez D, Eds. Comunicación Social: Retos y perspectivas Vol. II. Santiago de Cuba: Centro de Lingüística Aplicada; 2015. p.641-5.
7. Martin RC. Language processing: functional organization and neuroanatomical basis. Annual Review of Psychology. 2003;54:55-9.
8. Benítez-Burraco A. Dosis génica y lenguaje: a propósito de la región cromosómica 7q11.23. Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología. 2009;29(1):47-62.
9. Blumstein SE. Deficits of speech production and speech perception in aphasia. En: Boller F, Grafman J, Eds. Handbook of Neuropsychology. Amsterdam: Elsevier; 2011. p. 95-13.
10. Indefrey P, Levelt W. The neural correlates of language production. En: Gazzaniga MS, Ed. The New Cognitive Neurosciences. Cambridge: MIT Press; 2009. p. 845-65.
11. Martin R. Sentence comprehension. En: Rapp B, Ed. The handbook of cognitive neuropsychology. Filadelfia: Psychology Press; 2010. p. 349-73.
12. Martin N, Saffran EM. The relationship of input and output phonological processing: an evaluation of models and evidence to support them. Aphasiology. 2002;16:107-50.



13. Omar-Martínez E, Rodríguez-Abreu Y, Pino-Melgarejo M. Peculiaridades neurocognitivas del procesamiento extralingüístico del código verbal. *Revista Cubana de Neurología y Neurocirugía*. 2015;5(Suppl. 1):41-8.
14. Rapp B, Caramazza A. Selective difficulties with spoken nouns and written verbs: a single case study. *Journal of Neurolinguist*. 2002;15:373-402.
15. Coltheart M. Disorders of reading and their implications for models of normal reading. *Visible Language*, 1981;15:245-86.
16. Defior S, Serrano F. La conciencia fonémica, aliada de la adquisición del lenguaje escrito. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*. 2011;31(1):2-13.
17. Benítez-Burraco A. Bases moleculares de la dislexia. *Revista de Neurología*. 2007;45(8):491-502.
18. Schalaggar B, McCandliss B. Development of Neural Systems for Reading. *Annual Review of Neuroscience*. 2012;30:475-505.
19. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM-5™*. Washington, DC: APA; 2013.
20. Massaro DW. Building and testing models of reading processes. En: Pearson PD, Ed. *Handbook of Reading Research*. New York: Erlbaum; 2002. p. 111-46.
21. Samuels SJ, Kamil ML. Models of the reading process. En: Pearson PD, Ed. *Handbook of reading research*. New York: Erlbaum. p. 185-224.
22. Lozano M, Ramírez F, Ostrosky S. Neurobiología de la dislexia. *Revista de Neurología*. 2003;36(11):1077-82.
23. Vellutino F, Fletcher J, Snowling M, Scanlon D. Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2004;45:2-40.
24. Batista-Pazeto TC, Gotuzo-Seabra A, Martins-Dias N. Executive functions, oral language and writing in preschool children: development and correlations. *Paidéia*. 2014;24(58):213-21.
25. Colom R, Rebollo I, Palacios A, Juan-Espinosa M, Kyllonen PC. Working memory is (almost) perfectly predicted by G. Intelligence. 2004;32:277-96.
26. Baddeley AD. Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*. 2003;36:189-208.
27. Kapa L, Colombo J. Executive function predicts artificial language learning. *Journal of Memory and Language*. 2014;76:237-52.



28. Shipstead Z, Lindsey DRB, Marshall RL, Engle RW. The mechanisms of working memory capacity: Primary memory, secondary memory, and attention control. *Journal of Memory and Language*. 2014;72:116-41.
29. Van Dyke JA, Johns CL, Kukona A. Low working memory capacity is only spuriously related to poor reading comprehension. *Cognition*. 2014;131:373-403.
30. Benedet MJ. The angular gyrus in developmental dyslexia: task-specific differences in functional connectivity with posterior cortex. *Psychological Science*. 2000;11:516.
31. Carballo O. Discriminación de la velocidad de movimiento de segundo orden en los trastornos de la ortografía. *Revista Cubana de Neurología y Neurocirugía*. 2005;5(Suppl 1):49-54.
32. Ijalba E, Cairo E. Modelos de doble ruta para la lectura. *Revista Cubana de Psicología*. 2002;19(3):201-4.
33. Reigosa V, Manzano M, Antelo J. Sistema Automatizado para explorar la lectura en escolares de habla hispana. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*. 1994;2:141-60.
34. Galaburda A. Verbal and visual problems in dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*. 2005;280:272-90.
35. Rosen N, Sherman A. Neuroanatomic differences in dyslexic. *Archives of Neurology*. 2008;48:410-6.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

### **Contribuciones de los autores**

Todos los autores participaron en la concepción de la investigación. Hicieron aportes circunstanciales al desarrollo del estudio. Revisaron y aprobaron la versión final del artículo.

