



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS IZTACALA

MEMORIA DE TRABAJO VISUAL EN NIÑOS

**REPORTE DE INVESTIGACIÓN
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA
P R E S E N T A**

ELÍAS AGUILAR ORDAZ

COMISIÓN DICTAMINADORA

**DOCTOR
DOCTORA
DOCTOR**

**JORGE BERNAL HERNÁNDEZ
MA. GUILLERMINA YÁÑEZ TÉLLEZ
RODRIGO ERICK ESCARTÍN PÉREZ**



TLALNEPANTLA, EDO. DE MÉXICO

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Dios dador de todo conocimiento

Con AMOR a LAURA

*Con cariño y respeto a mis Padres
quienes sembraron en mi el principio de
la sabiduría*

*Con cariño a mis hermanos y hermana por
compartir esta gran aventura*

Agradezco profundamente:

*Al Dr. Jorge Bernal Hernández por su
valioso tiempo y dedicación para la
realización de este trabajo.*

*A mis sinodales la Dra. Ma. Guillermina
Yáñez Téllez y al Dr. R. Erick Escartín Pérez
por sus valiosos comentarios y aportaciones*

*A la Dra. Ma. de los Reyes A. González López
al Dr. Mario. A. Rodríguez Camacho y a la Mtra.
D. M. Belén Prieto Corona por sus aportaciones
comentarios y gran amistad.*

Índice.

Resumen	6
Reporte de investigación	7
Introducción	7
Trastornos de aprendizaje de la lectura	7
Trastornos de lectura y procesos cognoscitivos	9
Atención	10
Memoria	11
Alteraciones electrofisiológicas en los niños con tl	13
Pre en niños con problemas en la lectura	17
Planteamiento del problema	20
Objetivo	21
Hipótesis	22
Metodología	23
Experimento 1:	23
Objetivo	23
Método	23
Sujetos	23
Materiales.	23
Procedimiento.	24
Análisis	24
Resultados	25
Conclusiones	25
Experimento 2:	26
Objetivo	26
Método	26
Sujetos	26
Tareas y materiales	26
Procedimiento.	27
Análisis	27
Resultados	28
Conclusiones	28
Experimento 3:	29
Objetivo	29
Método	29
Sujetos	30
Tareas y materiales	30
Procedimiento.	32
Análisis	33
Resultados	33
Conclusiones	34
Experimento 4:	34
Objetivo	34
Método	35
Sujetos	35
Materiales	35
Procedimiento.	35
Resultados	38
Conclusiones	40

Experimento 5:	40
Objetivo	40
Método	40
Sujetos	40
Materiales	41
Procedimiento.....	43
Resultados	43
Conclusiones	44
Experimento 6:	44
Objetivo	44
Método	44
Sujetos	45
Procedimiento	45
Análisis	49
Resultados	49
Conclusiones	51
Discusión y conclusión general	53
Referencias bibliográficas.	57

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo el diseño de una tarea computarizada para medir la capacidad de memoria de trabajo en niños y que sirviera también como un paradigma de estimulación visual para el estudio electrofisiológico de dicha función, por medio del registro de los potenciales relacionados con eventos.

El diseño se hizo a partir de seis experimentos que sirvieron para saber los parámetros de estimulación a los sujetos: intervalo interestímulos, número y duración de los estímulos y complejidad de la tarea.

El paradigma final consistió de tres tipos de tareas de ejecución continua automatizada: Señal-GO-NOGO, GO-GO y GO-NOGO, cada una con tres niveles de dificultad. EL nivel de dificultad en cada tarea se dio a partir de la presentación de matrices de puntos de tres diferentes tamaños, las cuales tenían que ser memorizadas por los sujetos durante el desarrollo de las tareas de ejecución continua. Por lo tanto se trató de una doble tarea en donde los sujetos tenían que recordar las matrices que se les presentaban al inicio de cada tarea y ejecutar la TEC que como se sabe son tareas de atención dividida.

Dicho paradigma se puso a prueba en un grupo formado por 6 niños y 14 niñas de 8 a 12 años de edad.

Los resultados mostraron que las matrices de diferentes tamaños representaron una carga diferencial en la memoria de trabajo, ya que mientras más grande fue el tamaño de la matriz, hubo mayor dificultad para recordarla. Asimismo, se observó que los tres tipos de tareas presentaron también un grado de dificultad diferente: la tarea Go-Go resultó la más difícil de ejecutar, seguida por las tareas Go-NoGo y TEC en ese orden, lo anterior se comprobó por el hecho de que el número de errores fue de mayor a menor en las tres tareas en el orden mencionado. Además se observó que dependiendo de la dificultad de la tarea el recuerdo de las matrices fue menor, ya que en las tareas más difíciles un menor número de sujetos identificaron las matrices correctamente que en las tareas fáciles.

Dados estos resultados, se puede decir que el paradigma experimental que se propone puede ser adecuado para el estudio de la capacidad de la memoria de trabajo simultáneamente con la capacidad de atención dividida en los niños. Dada la estructura del paradigma utilizado, éste puede resultar útil para el estudio de las características fisiológicas tanto de la memoria de trabajo como de la atención dividida, por medio de los PRE.

REPORTE DE INVESTIGACIÓN

INTRODUCCIÓN

TRASTORNOS DE APRENDIZAJE DE LA LECTURA

Según el DSM-IV-TR (APA, 1995), dentro de los trastornos de aprendizaje se encuentran como trastornos específicos, el trastorno de la lectura, trastorno del cálculo, trastorno de la expresión escrita y el trastorno de aprendizaje no especificado. Tales trastornos se reflejan en un rendimiento académico sustancialmente debajo de lo esperado para la edad de los sujetos, no obstante tener inteligencia normal y de recibir una enseñanza apropiada para su edad. Se suele definir como sustancialmente inferior, una discrepancia de más de dos desviaciones típicas entre rendimiento y coeficiente intelectual (CI). Los trastornos de aprendizaje incluso pueden persistir a lo largo de la vida adulta.

Según el DSM-IV-TR (APA, 2002) El trastorno de la lectura, solo o en combinación con un trastorno del cálculo o la expresión escrita, se observa en aproximadamente 4 de cada 5 casos del trastorno de aprendizaje.

En México, la Dirección General de Educación Especial admite que aproximadamente un 10% del total de la población en edad escolar requiere de sus servicios Fletcher y Kaufman (1995). De la población atendida por dicha dirección, dos terceras partes corresponden a los TA, por lo que se puede inferir que la prevalencia de los TA en nuestro país se encuentra entre un 6 y 7 % de la población escolar general.

Existe otra definición propuesta por el *National Joint Committee for Learning Disabilities* (NJCLD):

Trastornos del Aprendizaje, "es un término genérico que se usa para referirse a un grupo heterogéneo de trastornos que se manifiestan por dificultades significativas en la adquisición y uso de las capacidades de escuchar, hablar, leer, escribir, de razonamiento o matemáticas. Estos trastornos son intrínsecos al individuo,

presuntamente se deben a una disfunción del sistema nervioso central y pueden darse a lo largo de la vida. Problemas de conducta autoregulatoria, percepción social e interacción social pueden coexistir con trastornos de aprendizaje, pero no constituyen en sí mismas un TA. Aunque los TA pueden ocurrir conjuntamente con otras condiciones incapacitantes (por ejemplo alteraciones sensoriales, retardo mental, perturbación social y emocional) o con influencias extrínsecas (tales como diferencias culturales, instrucción insuficiente o inapropiada), no son el resultado de estas condiciones o influencias” en Moats y Lyon, (1993).

Según Hooper y Boyd (1986) las principales contribuciones del concepto de Trastornos de Aprendizaje del NJCLD son, la aceptación de la naturaleza heterogénea del trastorno y proponer una presunta etiología de naturaleza neurológica. Estas suposiciones, abren la posibilidad de un análisis de subtipos de este trastorno y hacen evidente la necesidad de investigación neuropsicológica en este tipo de población. Sin embargo, en el caso específico de los trastornos de lectura, aún no es posible definir si existen diferentes grupos de niños con características cualitativamente diferentes o si es un fenómeno único cuyas diferencias son de grado Bernal, Rodríguez, Yañez y Marosi (2002).

Rayner y Pollatsek (1989) consideran que las dificultades en la lectura constituyen un fenómeno estadístico, ya que la obtención del nivel de lectura de un niño se realiza de acuerdo a su desempeño en pruebas estandarizadas que miden las habilidades de lectura. Así, los niños con CI normal pueden clasificarse como: lectores deficientes (*poor readers*) o como disléxicos. Los lectores deficientes se encuentran entre uno y dos grados de atraso académico en el área, lo que corresponde a una diferencia de entre una y dos desviaciones estándar por debajo del promedio. Los disléxicos tienen un retraso en la lectura de más de dos grados por debajo de su edad cronológica, lo cual implica estar por debajo de dos desviaciones estándar en relación con la población normal. Por otra parte, consideran que los niños con un CI por debajo del promedio constituyen un grupo diferente en el que sus deficiencias en la lectura pueden explicarse en términos de una deficiencia global en sus capacidades cognitivas, a este último grupo se le denomina lectores retardados (*backward readers*).

A este respecto, Stanovich (1988, 1991) considera que los dos grupos de trastornos en la lectura definidos originalmente por Gough y Tunmer (1986) (los disléxicos y los lectores deficientes variedad de jardín) provienen de niveles de deficiencia lectora en el que los grupos más dispares pueden considerarse como extremos de un continuo de deficiencias en el aspecto fonológico (variable nuclear en ambos grupos de trastorno del aprendizaje de la lectura), dentro de otro continuo de las demás habilidades cognoscitivas. En el caso de los disléxicos, se cumplen los criterios de discrepancia en cuanto a inteligencia y nivel de lectura, mientras que en los lectores deficientes (a los que pertenecen la mayoría de los niños con trastornos de lectura) se observa un coeficiente intelectual menor y una deficiencia generalizada en las habilidades cognoscitivas Stanovich (1991).

TRASTORNOS DE LECTURA Y PROCESOS COGNOSCITIVOS

Los perfiles cognoscitivos que se encuentran en los estudios de niños con TL son variados, Perfetti (1985) considera que en comparación con los buenos lectores, los lectores deficientes no tienen sensibilidad a la estructura ortográfica, toman un mayor tiempo para denominar palabras, no son tan eficientes en el uso del código del habla para procesar estímulos lingüísticos, su desempeño en tareas de conciencia fonológica es deficiente, son más dependientes del contexto, no usan la estructura sintáctica tan eficientemente, tienen deficiencias en el uso de la memoria de trabajo, tienen menor capacidad en la memoria de corto plazo, etc. Cuando se controlan las diferencias en el CI, parece que los buenos lectores y los lectores deficientes difieren principalmente en la memoria de corto plazo (para información lingüística) y en la habilidad para codificar información fonéticamente (en la memoria de corto plazo). La conciencia fonológica es un aspecto importante del aprendizaje de la lectura y parece que los lectores deficientes no son tan hábiles en el procesamiento de información lingüística como los buenos lectores.

A continuación, se mencionan los principales hallazgos encontrados al estudiar algunas de las funciones mencionadas anteriormente y que son de interés en el

presente trabajo, debido a que son las que con mayor frecuencia se reportan en relación con los TL.

Atención

Cuando se habla de atención se habla de varios de sus componentes, dos de los cuales son: la atención sostenida y la atención selectiva Barkley(1988) Halperin (1991). La atención sostenida se refiere a la capacidad de los individuos para mantener la atención en el tiempo. La atención selectiva es la habilidad para seleccionar del medio ambiente los estímulos que habrán de procesarse, esta puede subdividirse en atención focalizada y atención dividida. La atención focalizada consiste en la habilidad para atender a un estímulo en particular mientras se ignoran otros que son considerados estímulos irrelevantes. La atención dividida es la habilidad para atender a dos o más estímulos simultáneamente.

Para la evaluación clínica de la atención se emplean varios procedimientos, uno de los cuales es el uso de escalas (como las que existen en la prueba de inteligencia de Wechsler) empleadas principalmente en niños y una gran cantidad de Tareas de Ejecución Continua (TEC) en las cuales los estímulos son presentados rápidamente y el sujeto debe responder únicamente al ítem blanco. Se supone que las pruebas de ejecución continua evalúan la atención sostenida. Tales tareas de ejecución continua varían con relación a la modalidad sensorial a la que pertenecen los estímulos que tienen que atender (ya sea auditiva o visual), los tipos de estímulos (números, colores, figuras, etc.) y la naturaleza de la tarea Denckla y Rudel (1976).

La importancia de estudiar el proceso de la atención en niños con trastornos de aprendizaje obedece a diferentes necesidades, ya que por una parte se ha encontrado entre la población infantil que, el trastorno por déficit de atención (TDA) frecuentemente se presenta en conjunto con el trastorno de aprendizaje de la lectura Rutter (1983). Por otra parte, se considera que la población con TL en sí misma tiene problemas de atención dividida Ackerman, Anhalt, Dykman, y Holcomb (1986) o que debido a los fracasos académicos se genera en ellos una frustración que ocasiona de manera secundaria problemas en la atención Cunningham y Berkley (1978).

Ackerman et al. (1986) trataron de explicar los problemas de atención que presentan los niños con TL, sosteniendo que a diferencia de los niños con déficit de atención, los niños con TL presentan un desempeño pobre en tareas que requieren de un esfuerzo de atención a diferentes aspectos de la información. Sin embargo, si la tarea presenta aspectos que no requieren de un aprendizaje o si dichos aspectos requieren de habilidades que ya han sido automatizadas, los niños con TL presentan un buen desempeño.

Memoria

Se ha considerado recientemente que la memoria es una entidad plural integrada por varios sistemas cognoscitivos representados por diferentes sistemas cerebrales Siegel, Knowlton y Musen (1993). Por ejemplo, se puede hacer una distinción entre la memoria de corto plazo y la memoria a largo plazo. La memoria de corto plazo es un sistema que almacena una cantidad limitada de información (de 7 ± 2 ítems) por un breve período de tiempo (menos de 30 segundos) Atkinson y Shiffrin (1971) y si la información no se actualiza continuamente se pierde.

Por otro lado, la memoria de largo plazo es un sistema que almacena una cantidad ilimitada de material que se debe de recordar por un período de tiempo variable (de minutos a años), dentro de esta última se distingue entre una forma de memoria para la recolección consciente denominada memoria declarativa o explícita Squires y Squires (1993) y varias formas de memoria no consciente o memoria implícita. La memoria explícita comprende la memoria episódica, para hechos y eventos personales, experimentados con localización temporal y espacial específica, incluye por ejemplo toda la información autobiográfica. Dentro de la memoria explícita, también se encuentra la memoria semántica, que es el conocimiento enciclopédico adquirido por medio de la educación y la cultura (como lo es el significado de las palabras, el conocimiento aritmético, la información histórica, etc.). Por otro lado la memoria no declarativa o implícita, es la memoria que se expresa por un cambio conductual, por ejemplo, haber tenido una experiencia que afecta la conducta sin un cambio o recuerdo consciente del pasado, incluye aprendizaje de habilidades (manejar un auto, andar en

bicicleta, etc.), condicionamiento simple (la salivación cuando se escucha el sonido de una campana) y *priming* (completar un radical de tres letras con una palabra que se ha presentado previamente pero no se recuerda conscientemente o reconocer una palabra o un dibujo más rápido o con mayor exactitud debido a una experiencia previa con estos) Perani, Bressi, Cappa, Vallar, Alberoni, Grassi. (1993)

Algunos investigadores concluyen que los niños con TL reflejan una dificultad fundamental en codificar y almacenar material en la memoria de corto plazo debido a problemas en el aspecto fonológico del lenguaje Swanson (1994).

Otro aspecto importante en relación con la memoria, es la memoria de trabajo que esta íntimamente relacionada con la memoria de corto plazo. La Memoria de trabajo se refiere a un almacén temporal de información mientras se ejecutan otras tareas cognitivas, se puede conceptualizar como una operación cognitiva en la cual algunos bits de información se mantienen en un almacén que se caracteriza por un decaimiento rápido de la memoria mientras otros bits se recuperan del almacén a largo plazo Baddeley (1983).

La memoria de trabajo es un sistema de capacidad limitada Just y Carpenter (1992). Las tareas que evalúan esta memoria de trabajo son aquellas en las cuales una persona debe retener en la memoria una pequeña cantidad de material por un breve tiempo, a la vez que lleva a cabo operaciones adicionales Swanson (1993).

Baddeley (1986), sugiere que la memoria de trabajo esta conformada por subsistemas que son controlados por un sistema ejecutivo de capacidad limitada, de tal forma que la memoria de trabajo tiene tres componentes:

Un sistema controlador, supervisor: *El Ejecutivo Central*, auxiliado por dos subsistemas esclavos: *-El Circuito Articulatorio* el cual se especializa en procesar el lenguaje y el *Sistema Visoespacial (scratch pad)* relacionado con la memoria visoespacial.

Investigaciones recientes sugieren que los niños con TL pueden caracterizarse por una falta de habilidad para retener información en la memoria mientras se procesa simultáneamente la misma u otra información, es decir, que los niños con TL tienen deficiencias en la memoria de trabajo Baddeley (1986) Fletcher (1985) Siegel y Ryan (1989) Swanson (1992, 1993, 1994).

Se ha comprobado que niños con trastornos en el aprendizaje tanto de la lectura como de la aritmética presentan una deficiencia en la memoria de trabajo. Sin embargo, prevalece la discusión sobre si la deficiencia en la memoria de trabajo es general o específica, ya que mientras Fletcher (1985) y Siegel y Ryan (1989) apoyan la hipótesis de un déficit específico, es decir que el tipo de memoria de trabajo verbal o visoespacial está diferencialmente alterada en niños que presentan un trastorno específico de la lectura o de la aritmética respectivamente, Swanson (1993) presentó evidencia de un déficit genérico en la MT, independientemente del área académica en que se presente la alteración. Debido a que las deficiencias reportadas en sus estudios no se limitan a una modalidad verbal o visoespacial, interpretó que estos hallazgos se deben a problemas del sistema ejecutivo central.

Alteraciones electrofisiológicas en los niños con TL

También se han encontrado alteraciones funcionales en los niños con trastornos de aprendizaje a partir de los estudios realizados utilizando el electroencefalograma y los potenciales relacionados con eventos (PRE).

Los Potenciales Relacionados con Eventos son registros no invasivos de la actividad eléctrica cerebral, que han mostrado su utilidad en el estudio de los procesos cognoscitivos desde el punto de vista psicofisiológico, pues proporcionan información sobre la cronología y secuencia de dichos procesos con una resolución temporal que está en el orden de los milisegundos, que no es posible obtener con estudios puramente conductuales. El uso de esta metodología permite estudiar los mecanismos cerebrales implicados en los procesos cognoscitivos por medio del análisis de la latencia, amplitud y mapeo cerebral de los distintos componentes de los PRE. Estos

componentes reflejan diferentes aspectos del procesamiento cognoscitivo y están ligados a las funciones de atención, lenguaje y memoria, que son procesos fundamentales en el aprendizaje y en la lectura. Así, al componente P200 se le ha relacionado con la atención, de la misma forma que P300 refleja procesos de memoria y N400 etapas de procesamiento del lenguaje.

Dada su utilidad en la caracterización de los procesos cognoscitivos, los PRE se han aplicado al estudio de las deficiencias cognoscitivas producidas por distintas alteraciones en el funcionamiento cerebral tanto de niños como de adultos. El interés del presente trabajo se enfoca principalmente al estudio de los trastornos de aprendizaje en niños y específicamente al subgrupo de los llamados “Lectores Deficientes” (LD).

La técnica de los PRE se ha utilizado muy a menudo en el estudio de los TA sin encontrarse aún resultados consistentes. Lo anterior puede deberse a que este tipo de niños constituyen un grupo heterogéneo, pues sus deficiencias pueden hallarse en diversas etapas del procesamiento de información por el sistema nervioso, tal como sugieren los resultados neuropsicológicos encontrados en ellos (y específicamente en los niños con trastornos en el aprendizaje de la lectura) Barkley (1988) Rutter (1983) Ackerman et al. (1986) Steenhius, Bryden y Schroeder (1993) Obruzt y Bruñen (1985) Geschwind y Galaburda (1985) Prorac y Coren (1981) Tallal, Galaburda, Llinas, And Von Euler (1993) Wolf (1993) Wagner y Torgesen (1987) Baddeley (1986) Swanson (1993).

El uso de los potenciales relacionados con eventos resulta importante para el estudio de los mecanismos cerebrales implicados en los procesos cognoscitivos de los niños con TL, ya que puede proporcionar un registro continuo de los eventos cerebrales durante el transcurso de las operaciones cognoscitivas, dando evidencia acerca del orden y tiempo en que ocurren dichas operaciones, proporcionando así un análisis cronométrico de los procesos cognitivos McCarthy y Donchin (1981). Así, se han estudiado distintos componentes de los PRE como son las ondas N100, P200, N200 y

P300 mismas que han sido asociadas a distintas fases en el procesamiento de la información.

De estos componentes, el que resulta de mayor interés para el presente trabajo es la onda P300, que se ha relacionado tanto con la atención como con la memoria de corto plazo y con la memoria de trabajo, procesos en los que se han señalado alteraciones en los niños con TL.

El componente P300 es un componente de polaridad positiva que se ha estudiado ampliamente en relación con los posibles procesos psicológicos que subyacen a su aparición. Hasta el momento la hipótesis más aceptada es la que sugiere que la P300 se relaciona con procesos cognoscitivos encargados de la actualización del contexto en la memoria Donchin y Coles (1988).

Uno de los paradigmas más usados para la obtención de la P300 es el denominado “*oddball*” (en el presente contexto un paradigma: es un modelo de tarea que se usa para obtener un PRE a partir, de la presentación de distintos tipos de estímulos, por ejemplo visuales o auditivos señalando el tipo de respuesta que se espera de los sujetos). En este paradigma se presentan a los sujetos dos estímulos diferentes, en una secuencia azarosa, en donde uno de los estímulos (estímulo blanco) ocurre con baja probabilidad en relación con el otro estímulo (estándar) que es más frecuente. Generalmente se pide a los sujetos que ejecuten alguna tarea de discriminación asociada con la aparición del estímulo blanco, (ej. contarlos o presionar algún dispositivo cada vez que se presente) obteniéndose una P300 de mayor amplitud a este estímulo Polich, Eischen y Collins (1994).

Estas dos variables, la realización de una tarea y la baja frecuencia de aparición del estímulo blanco determinan en gran medida la amplitud de la P300 y reflejan la asociación de esta onda con actividades de procesamiento de información. Así, se ha

observado que la P300 no se produce o presenta amplitudes pequeñas cuando los sujetos ignoran los estímulos raros y en cambio cuando ponen atención a estos mismos estímulos, sí se producen grandes P300s Duncan-Johnson y Donchin (1977) Polich (1987).

Donchin y Coles (1988) han destacado la importancia que tiene el hecho de que los eventos ocurran con una probabilidad baja, explicando con base en este factor la posible función de la P300. Plantean que dado que la P300 está asociada a eventos de probabilidad baja, debe ser generada por un procesador cerebral activado por eventos raros cuya activación es directamente proporcional a la rareza. Para explicar la función de la onda P300 proponen que:

1.- La amplitud de P300 es una medida de la proporción de activación del procesador que la produce.

2.- La P300 es un proceso que se relaciona con el mantenimiento de una representación adecuada (o modelo) del ambiente. Por lo tanto, debe haber mecanismos encargados del mantenimiento del modelo, el cual debe ajustarse dinámicamente al ambiente, para reflejar siempre el contexto actual. La novedad, la sorpresa y la ocurrencia de eventos improbables pueden de alguna manera ser integrados en el modelo, o bien rechazarse la importancia del evento y permanecer sin cambios.

Existen numerosas investigaciones que han puesto de manifiesto la utilidad de la P300 para evaluar la integridad y la capacidad de la memoria de corto plazo. Polich et al. (1983), observaron que la P300 guarda una estrecha relación con la capacidad de la memoria de corto plazo, encontrando mayores latencias en la P300 asociadas a menores puntajes en el subtest de dígitos del WAIS. Otros autores han utilizado la latencia de la P300 para estudiar la integridad del sistema de memoria y las

alteraciones cognoscitivas que se presentan en padecimientos tales como la demencia Maurer, Dierks, y Ihl (1988), esquizofrenia Duncan-Johnson (1988) y dislexia Taylor y Keenan (1990), encontrando casi siempre una disminución de su amplitud y/o aumento de su latencia. De esta manera, la latencia de la P300 se ha tomado como un índice del tiempo que tarda el cerebro en la evaluación de un estímulo, independientemente del tiempo de reacción; y su amplitud, como una medida de la actividad generada por el proceso que subyace a la actualización del ambiente en la memoria.

PRE en niños con problemas en la lectura

Gran parte de los estudios sobre problemas de la lectura se han realizado con niños disléxicos, Brying y Järvihto (1985) encontraron una disminución de la amplitud de la P300 auditiva en los niños disléxicos en relación con niños control. En dos estudios, Holcomb, Ackerman and Dykman (1985, 1986) estudiaron la N200 y la P300 visual y auditiva en una muestra de 24 niños con trastornos de la lectura y 24 niños de un grupo control, utilizando estímulos visuales verbales y tonos de 1000 Hz (estímulo blanco), 2000 Hz (estímulo estándar) y un sonido sorpresivo de 70 decibeles. Los resultados encontrados fueron una amplitud menor de la P300 en Pz en el grupo con TL durante la estimulación auditiva, mientras que en la visual la única diferencia consistió en que los niños con TL presentaron menores amplitudes de la P300 a los estímulos alfabéticos que a los no alfabéticos. Los resultados en la amplitud de la P300 se interpretaron como una menor disponibilidad de los recursos de atención por parte de los niños disléxicos o como una falla en la orientación de la atención.

Stelmack, Saxe, Noldy-Cullum, Cambell, and Armitage (1988) encontraron resultados distintos utilizando un paradigma de reconocimiento de palabras: no observaron diferencias ni en amplitud ni en latencia de la P300 visual entre sujetos normales y disléxicos, solamente encontraron mayor amplitud del componente P200 en los disléxicos, asociada a una ejecución más deficiente en las pruebas de reconocimiento de palabras.

Posteriormente, Taylor y Keenan (1990), encontraron mayores latencias en la N200 y la P300 a estímulos visuales en tareas fáciles de decisión léxica en un grupo de niños disléxicos en comparación con un grupo control, mientras que en tareas de mayor dificultad el grupo control obtuvo mayor amplitud de P300 que el grupo de disléxicos en las regiones centrales y posteriores.

Dainer, Klorman, Salzman, Hess, Davidson y Michael (1981) estudiaron la P300 visual en un grupo de 19 niños con problemas de aprendizaje a quienes aplicaron 2 pruebas de ejecución continua de diferente grado de dificultad, observando que estos niños presentaron una P300 más pequeña y de mayor latencia que los niños normales en la tarea difícil.

Por otra parte, Erez y Pratt (1992) estudiaron a un grupo de niños disléxicos y otro control utilizando como estímulos auditivos tonos y 2 sílabas sin sentido (de dos letras), encontrando una P300 de menor tamaño en el grupo de disléxicos.

En otro estudio, Barnea, Lamm, Epstein, and Pratt (1994) encontraron resultados distintos a los anteriores. Estudiaron los PRE en un grupo de niños disléxicos y otro control con edades entre 9 y 13 años, utilizando un paradigma similar al utilizado por Sternberg (1966) y presentaron estímulos visuales verbales (dígitos) y no verbales (símbolos que no podían nominarse). La tarea de los sujetos consistió en recordar conjuntos de 1, 2 y 3 estímulos y posteriormente, tenían que decidir si un estímulo de prueba presentado 2 segundos después, pertenecía o no al conjunto de estímulos previamente presentado. Los resultados más importantes fueron que los niños disléxicos presentaron amplitudes más grandes y latencias más prolongadas de P300 comparadas con las del grupo control.

Así, a pesar de que los resultados encontrados en los niños disléxicos son en ocasiones contradictorios, existe evidencia de que los PREs pueden aportar datos

acerca de las posibles anomalías electrofisiológicas presentes en los niños con trastornos en el aprendizaje de la lectura.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Aunque existen varias posibilidades para explicar los resultados contradictorios observados en los estudios de los PRE en sujetos disléxicos, consideramos que una de estas posibilidades podría consistir en que los paradigmas usados no son adecuados para poner a prueba los mecanismos cerebrales que se ponen en funcionamiento durante la ejecución de tareas que requieren prioritariamente del funcionamiento de la memoria de trabajo.

Hasta el momento, las tareas presentadas a los sujetos bajo estudio han sido muy sencillas requiriendo únicamente de su respuesta al estímulo blanco en un paradigma *oddball*. Aunque, durante este paradigma es necesaria la actualización del ambiente en la memoria de trabajo (MT) Donchin y Coles (1988), consideramos que esta tarea no pone de manifiesto claramente el funcionamiento de los componentes de la MT. Esta situación podría ocasionar, por una parte, que la facilidad para resolver la tarea haga que el sistema de la MT no sea forzado lo suficiente para que puedan ser distinguidas las diferencias entre los niños con TL y los normales, además de que los resultados encontrados no se pueden explicar con base en alguna falla en los componentes de dicho sistema.

Como ya se anotó en párrafos anteriores, las tareas que son más adecuadas para poner a prueba el funcionamiento de la MT, son aquellas en las que los sujetos realizan una doble tarea, lo cual no se ha aplicado en ninguno de los estudios que acabamos de describir. De manera general, estas tareas consisten en retener en la memoria información y al mismo tiempo procesar dicha información u otra no relacionada con la misma.

OBJETIVO

Con base en el planteamiento anterior, en el presente trabajo se propone el diseño de una tarea que concuerde con el modelo de MT de Baddeley (1986), poniendo a prueba su funcionamiento en condiciones de dificultad creciente, de tal forma que se puedan detectar diferencias entre los distintos niveles de dificultad a nivel conductual.

Una vez probada esta tarea de MT podría ser utilizada en el registro de los PRE en niños en edad escolar.

Así, lo que se propone en este trabajo es el establecimiento de un paradigma que nos permita estudiar el rendimiento de los niños en las tareas de memoria de trabajo, variando la carga en dicha memoria.

Específicamente, el objetivo del trabajo es obtener un paradigma en que se cargue el circuito visoespacial de la MT, mediante el recuerdo de matrices de diferente tamaño, al tiempo que los sujetos realizan la clasificación de estímulos en una tarea de ejecución continua (TEC). De esta manera, se cumpliría con las dos funciones postuladas por Baddeley (1986) para la memoria de trabajo: mantenimiento de información en la memoria (información sobre las matrices) y procesamiento de información (clasificación de estímulos) simultáneamente.

HIPÓTESIS

La hipótesis que se plantea en el presente estudio es que se observarán diferencias en el número de errores que cometan los niños en los distintos niveles de cada tarea: a mayor nivel de dificultad en la tarea (mayor carga de la memoria de trabajo, mediante matrices con más elementos), habrá mayor número de errores tanto en las TEC como en la identificación de las matrices de los tres distintos niveles de dificultad.

En términos del modelo de Baddeley (1986), la hipótesis (planteada en el presente estudio) es que cuando aumenta la sobrecarga en los subsistemas visoespacial y articulatorio en la TEC, también aumentará la carga en el ejecutivo central, lo que determinará aumento en el número de errores que cometen los niños para los niveles de mayor dificultad.

METODOLOGIA

Para llevar a cabo este diseño fue necesario realizar una serie de 6 experimentos encaminados a estudiar algunos de los parámetros de estimulación, tales como el tamaño y tiempo de presentación de los distintos tipos de estímulos, además de la estructura y dificultad de la tarea

Experimento 1:

Tarea de discriminación y clasificación de la orientación de flechas en tarjetas (no automatizada): prueba piloto.

Esta prueba fue necesaria ya que los estímulos que se utilizarían en la tarea de clasificación serían ocho flechas orientadas en distintas direcciones.

Objetivo

Determinar si los niños podían llevar a cabo correctamente la discriminación de las flechas para estar seguros de que los sujetos serían capaces de realizar la tarea con un número mínimo de errores.

Método

Sujetos

Se estudiaron 5 niños en edad escolar cursando la primaria, de entre 8 y 10 años de edad.

Materiales.

Se utilizaron 200 tarjetas cuadradas de cartulina de 2 x 2 cm., las cuales contenían flechas que apuntaban hacia 8 diferentes direcciones (una por tarjeta), en cada tarjeta se colocó un punto en la esquina superior derecha para indicar la manera

en que debía de mirarse la tarjeta (Fig. 1). Las tarjetas se presentaron intercaladas al azar (25 de cada una de las orientaciones).

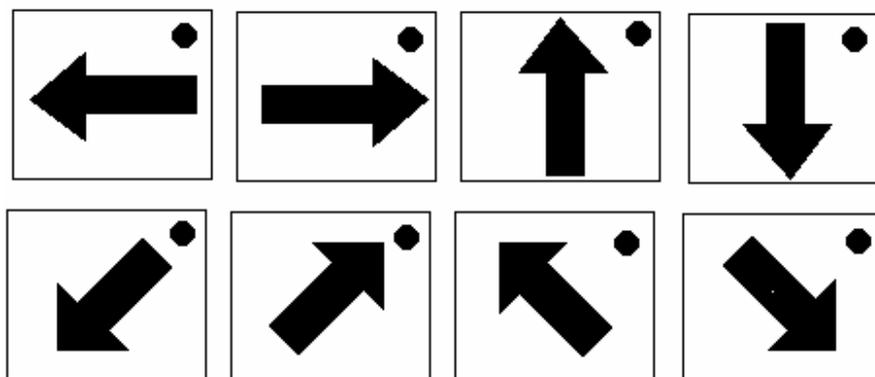


Figura 1. Tarjetas presentadas al azar en el experimento 1 (25 de cada una de las orientaciones)

Procedimiento

El estudio se realizó individualmente. A cada niño se le indicó que debía agrupar las tarjetas según la dirección que señalaba la flecha impresa, durante un tiempo de 8 minutos. Se realizaron 2 ó 3 ensayos para que el niño comprendiera las instrucciones de clasificación. Se consideró un tiempo de 8 minutos debido a que éste es el tiempo que dura la presentación de 300 flechas en la computadora. (Como se verá posteriormente, este es un número adecuado para llevar a cabo el experimento).

La tarea podría considerarse útil si los sujetos obtuvieran un 80% de aciertos del total de flechas agrupadas.

Análisis

Se obtuvieron los porcentajes de ítems agrupados por cada niño, calificando como aciertos las flechas agrupadas correctamente y como errores las incorrectamente clasificadas.

Resultados

Los resultados obtenidos mostraron que los niños agruparon en total un promedio de 122 flechas (Fig. 2) cometiendo un promedio de 21 errores, los cuales representan un 17% de las respuestas totales.

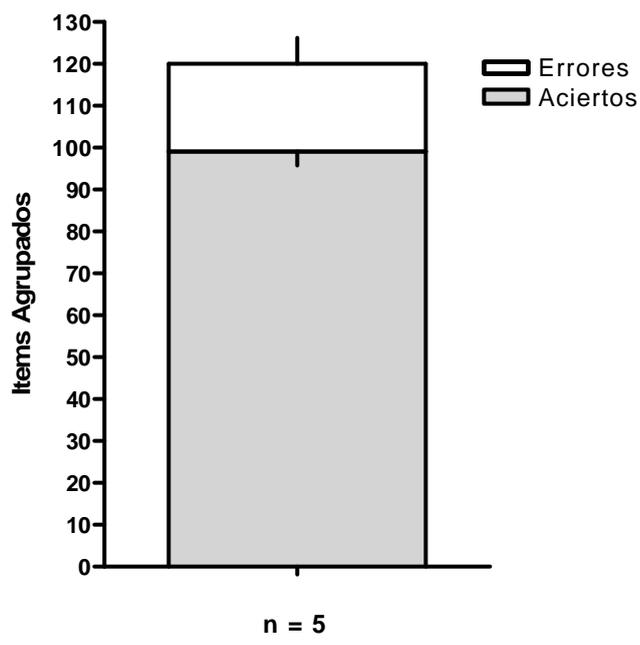


Figura 2. Ítems agrupados en la tarea de clasificación de flechas. Las rayas verticales en el centro de la barra indican el error estándar de la media (ESM).

Conclusiones

Se concluyó que la tarea de clasificación de flechas era adecuada ya que los niños cometieron menos de 20 % de errores.

Experimento 2:

Tarea de discriminación y clasificación de la orientación de flechas en tarjetas (no automatizada), con memorización de matrices visuales de 3 niveles de dificultad: 3 X 6, 4 X 6 y 5 X 6 puntos.

Objetivo

El objetivo del experimento 2 fue el de cargar la memoria de trabajo en distintos grados y determinar si el método a emplear era adecuado para realizar dicha carga.

Método

Sujetos

Participaron 10 niños que cursaban la primaria con edades de 7 a 12 años.

Tareas y materiales

Se utilizó un paquete de 200 tarjetas similares a las presentadas en el experimento 1 (ver figura 1) y tres tarjetas que tenían dibujadas matrices con las siguientes características:

- a) una de 3 por 6 cuadrados (18 cuadrados de 2 cm. por lado) con 6 de éstos conteniendo un círculo negro,
- b) otra matriz de 6 por 4 cuadrados (24 cuadrados), con 8 de éstos conteniendo un círculo negro
- c) y finalmente otra matriz de 6 por 5 cuadrados (30 cuadrados) en la cual había 10 celdas rellenas con un círculo negro (Fig. 3).

El criterio para la selección de las matrices a recordar fue que de acuerdo a la literatura, un sujeto puede recordar 7 mas menos 2 ítems en su memoria a corto plazo.

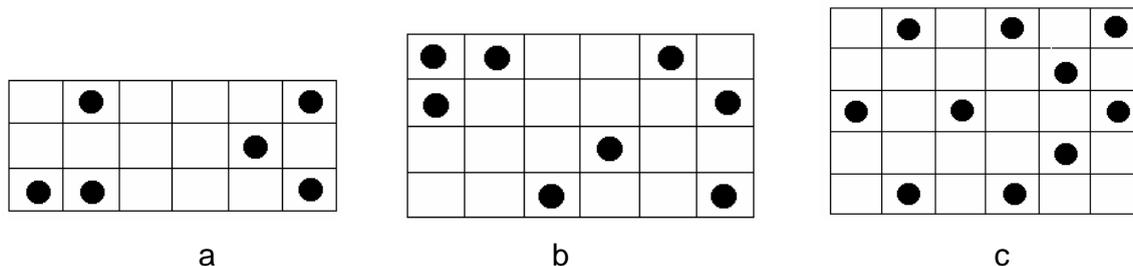


Figura 3. Tarjetas con matrices con diferente cantidad de cuadrados y con creciente cantidad de celdas rellenas con círculos negros.

También se utilizaron tres láminas en las que se dibujaron tres matrices de las mismas dimensiones en cada una, con el mismo número de celdas rellenas, pero distribuidas éstas últimas en distinto arreglo espacial: una de ellas semejante a la mostrada inicialmente y dos de ellas diferentes. (Fig. 4).

Procedimiento

Al inicio del experimento se presentó a los sujetos una matriz (**a**, **b**, o **c**) durante cinco segundos (el tiempo se escogió con base en que cayera dentro del rango de la memoria a corto plazo) y se les pidió que la recordaran poniendo especial interés en la ubicación de las celdas rellenas. Inmediatamente después se les dieron las 200 tarjetas con las flechas y se les pidió que las clasificaran de acuerdo con su orientación. Después de ocho minutos de llevar a cabo la tarea de clasificación se les pidió que seleccionaran de una hoja que contenía tres matrices (Fig. 4) aquella que se les hubiera presentado inicialmente.

El mismo procedimiento descrito en el párrafo anterior se repitió dos veces más, únicamente cambiando la dificultad de la matriz a recordar y la hoja para selección por opción múltiple que se presentaba al final (Fig. 4).

Análisis

Se contabilizó el número de errores cometidos al agrupar las flechas y si se identificó o no correctamente la matriz. Para el análisis de datos nuevamente se tomó

en consideración la utilidad de la tarea en tanto los sujetos obtuvieran un 80% de aciertos del total de flechas agrupadas así como un porcentaje superior a 50% en la identificación de la matriz correcta.

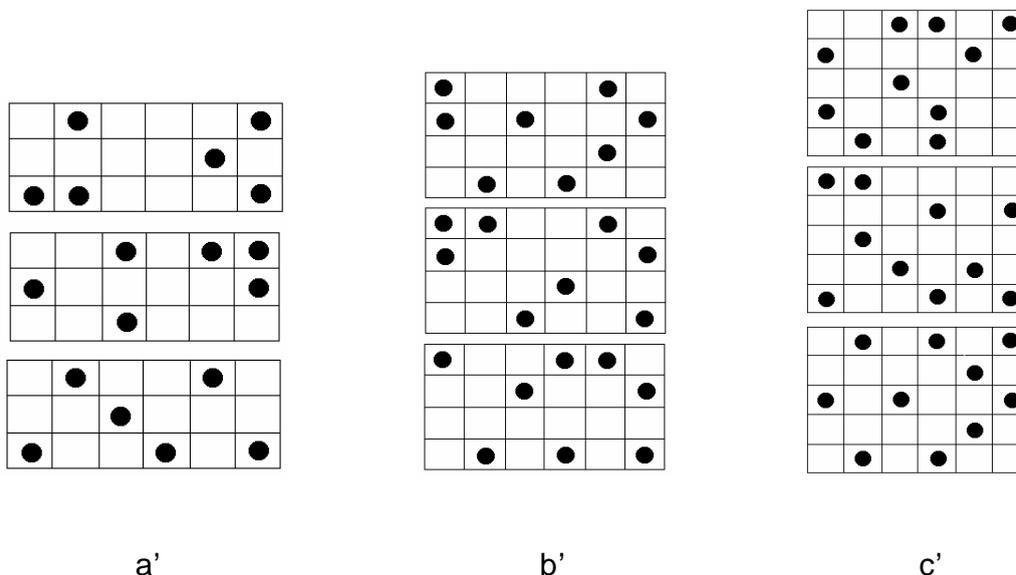


Figura 4. a', b' y c' corresponden a las opciones para a, b y c respectivamente de la fig. 3.

Resultados

Los resultados mostraron que el 100 % de los niños identificaron correctamente la matriz de 6 celdas rellenas, 90% la de 8 y sólo el 50% identificó correctamente la matriz de 10 celdas rellenas (Fig. 5). Aunado a lo anterior, se observó que cuando los sujetos tenían que recordar la matriz más pequeña, tuvieron en promedio un 97% de aciertos al clasificar las flechas; con la presentación de la matriz de tamaño intermedio el porcentaje de aciertos fue de 96% y al recordar la matriz de mayor tamaño el porcentaje de aciertos fue de 93%.

Conclusiones

Con base en estos resultados concluimos que el tamaño de las matrices empleadas fueron los adecuados para cargar la memoria de trabajo, ya que conforme

se aumentó el tamaño de la matriz, menor número de niños lograron recordar la matriz presentada al inicio de cada bloque. Es posible que la tendencia (aunque fuera ligera) a disminuir los aciertos al clasificar las flechas, fueran producto de la sobrecarga en la MT, por lo que se decidió iniciar la tarea computarizada.

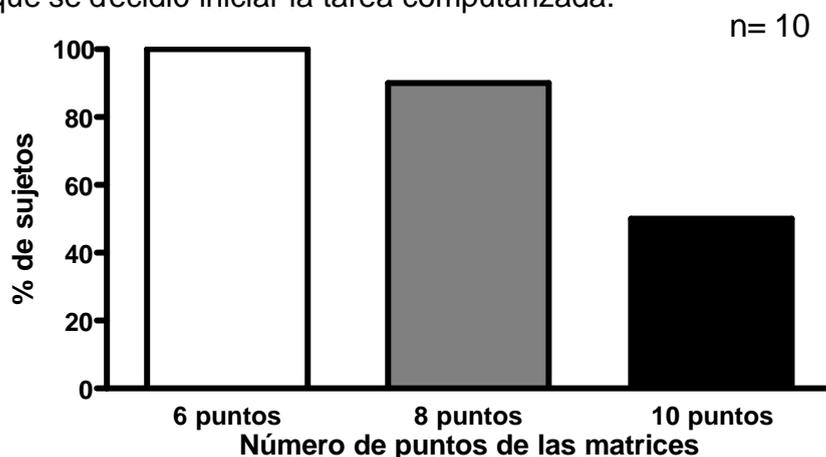


Figura 5. Muestra el porcentaje de sujetos que identificaron correctamente las matrices de 6, 8 y 10 puntos.

Experimento 3:

Tarea de ejecución continua con flechas (automatizada), con memorización de matrices visuales de 5 X 6 (10 celdas rellenas formando diferentes patrones) con 3 diferentes tiempos de presentación de los estímulos (10", 20" y 30").

Objetivo

El objetivo de este experimento fue determinar los parámetros de presentación de los estímulos en la tarea computarizada.

Método

De acuerdo con el experimento anterior, se utilizó una carga máxima en la memoria de 10 elementos y se pusieron a prueba tres tiempos de presentación de los estímulos. A partir de este experimento y hasta el experimento número 6, las tareas y las matrices fueron presentadas en la pantalla de la computadora.

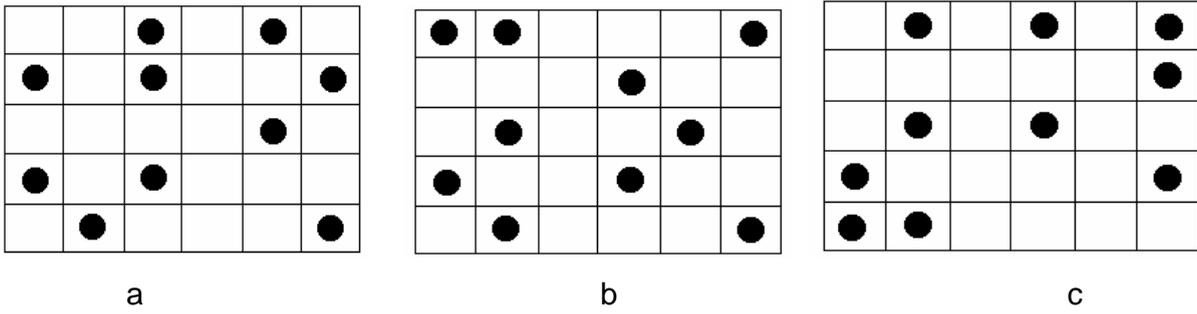
Sujetos

Se trabajó con 2 niñas y 4 niños de 10 a 12 años de edad.

Tareas y materiales

Esta tarea se aplicó por medio de una computadora personal. En este experimento se requirieron:

- 1) Una TEC programada que incluye la presentación de 300 flechas con distintas orientaciones (similares a las de la Figura 1) en una pantalla de computadora durante 8 minutos, con un tiempo de presentación de cada estímulo de 500 mseg y un intervalo interestímulo de dos segundos. Las flechas que se utilizaron se obtuvieron utilizando el programa Paint de Microsoft con la fuente Symbol, con un tamaño de 22 puntos y se grabaron en formato PCX.
- 2) Tres matrices de 5 X 6 con 10 celdas rellenas con distintos patrones (Fig. 6). Las matrices fueron cargadas en formato PCX, para que pudieran ser presentadas con el programa Gentask de Stim (NeuroScan).
- 3) La presentación sucesiva de tres pantallas con tres matrices cada una, en las cuales se dibujaron una matriz igual que alguna de las anteriores y dos más con las mismas dimensiones, pero colocando las celdas rellenas en un patrón diferente (Fig. 7). De estas últimas, el sujeto tenía que seleccionar al final del bloque de flechas aquella que se le había presentado al inicio (Fig. 6). También las matrices fueron cargadas en formato PCX, para que pudieran ser presentadas con el programa Gentask de Stim (NeuroScan).



.Figura 6. Matriz con 10 celdas rellenas presentada durante: a: 10 segundos, b: 20 segundos y c:30 segundos para ser recordadas durante la TEC. El tamaño de la matriz fue de 8 cm. por 5 cm. Los colores están invertidos con respecto a los que se presentaron en la pantalla de la microcomputadora.

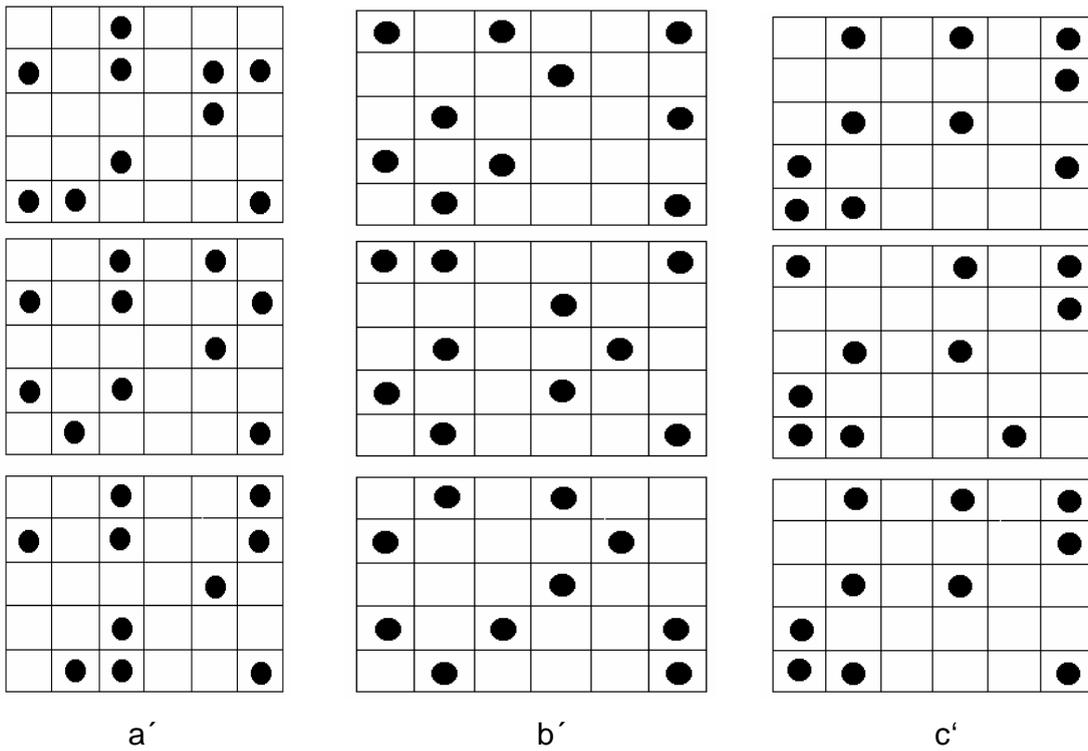


Figura 7. Pantallas con 3 matrices cada una presentadas al final de los tres bloques. Los colores están invertidos con respecto a los que se presentaron en la pantalla de la Computadora.

Procedimiento

Se llevó a cabo una TEC en tres bloques:

- 1) Al inicio del primer bloque se presentó una matriz de 5X6 con 10 celdas rellenas durante 10 segundos (Fig. 6a). Posteriormente iniciaba la TEC que consistía en que los niños tenían que presionar la tecla izquierda del mouse cada vez que aparecía la flecha orientada abajo a la derecha (). Al finalizar el bloque aparecía una pantalla con tres matrices, de las cuales el niño tenía que seleccionar aquella que fuera similar a la presentada al inicio (Fig. 7a'). Se contabilizó el número de aciertos en la TEC y si el niño seleccionaba bien la figura mostrada inicialmente.
- 2) En el caso del bloque 2 la tarea fue similar a la anterior utilizando al inicio la figura 6b y al final del bloque el niño debía seleccionar una opción de la figura 7b'. La única variante en este bloque fue que el tiempo de presentación de la matriz presentada al inicio, que fue de 20 segundos.
- 3) En el bloque 3, la tarea fue similar a las de los bloques anteriores, se utilizó la figura 6c al inicio y al finalizar, el niño debía seleccionar una opción de la figura 7c'. En este caso, el tiempo de presentación de la matriz a ser recordada fue de 30 segundos.

Al inicio de cada bloque se le daba la instrucción al niño de mirar y recordar el dibujo que se estaba presentando, porque al finalizar la tarea de clasificación de estímulos lo tendría que reconocer.

El número de ensayos se determinó en función de las siguientes consideraciones:

Tenemos la experiencia (y así se ha reportado en la literatura) que en el caso de los niños, no se pueden tener largos períodos de estimulación debido al cansancio que en ellos se produce, pero tampoco pueden ser pocos ensayos porque más de la mitad de las épocas de registro (análisis que se realiza en los registros de PRE) se rechazan por causa de los artefactos que se presentan. En principio propusimos mantener un número

fijo de 300 ensayos en cada bloque de estimulación ya que si el 20% de los estímulos corresponden a la categoría de infrecuentes, tendríamos 60 épocas para análisis de las que se podrían rechazar al menos la mitad debido a los artefactos (como son movimiento de ojos, movimientos musculares, etc), quedándonos sólo 30. Con esta cantidad, todavía tendríamos un margen para rechazar otras 15 épocas que por sus características morfológicas (en los registros de PRE) no pudieran tomarse en cuenta para el análisis, para quedarnos con un mínimo de 15, que es un número adecuado de acuerdo con Taylor y Keenan (1990).

Análisis

Se obtuvieron los porcentajes de aciertos y errores de omisión y comisión en la TEC para cada uno de los bloques (tiempo de presentación de la matriz de 10, 20 y 30 segundos).

Resultados

La ejecución de los niños en esta prueba, mostró que tenían un número de errores similar al clasificar las flechas en los tres tiempos de presentación de las matrices. Asimismo los tiempos de presentación de 10 y 20 segundos, tuvieron un porcentaje de identificación de las matrices similar, mientras que con 30 segundos de presentación el porcentaje de identificación disminuye de manera importante (ver fig. 8).

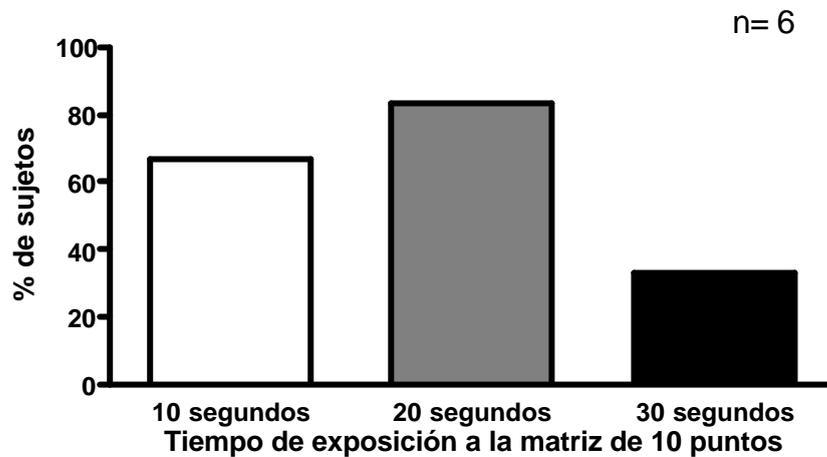


Figura 8. Porcentaje de niños que identificaron correctamente las matrices con diferentes tiempos de exposición.

Conclusiones

Se concluyó que se utilizaría una duración de 10 segundos para la presentación de las matrices al inicio de la TEC, Se eligió esta duración porque con ésta se obtienen resultados similares que con mayor duración.

Experimento 4:

Tarea de ejecución continua con memorización de 4 matrices (0, 6, 8 y 10 puntos) presentadas durante 10 segundos (Automatizada)

Objetivo

Una vez que se determinó el tiempo de duración de las matrices que se presentarían al comienzo de cada bloque, el siguiente paso fue determinar si en la tarea computarizada los tamaños de las matrices que se presentaron en la tarea no computarizada, también representaban una carga diferenciada en la MT.

Método

Sujetos

En este experimento participaron 3 niñas y 4 niños de 10-12 años de edad.

Materiales

Al comienzo de cada bloque se presentaron matrices con las siguientes características:

18 celdas (3 x 6) con 0 celdas rellenas.

18 celdas (3 x 6) con 6 celdas rellenas con un círculo en color blanco.

24 celdas (4 x 6) con 8 celdas rellenas con un círculo en color blanco

30 celdas (5 x 6) con 10 celdas rellenas con un círculo en color blanco

(Ver Figura 9).

Procedimiento

El procedimiento fue similar al Experimento 3, pero se presentaron 4 bloques de la TEC.

- 1) En un bloque, se presentó al inicio una matriz de 18 celdas con 0 celdas rellenas durante un tiempo de 10 segundos (ver figura 9a). Inmediatamente después se presentó la TEC en la cual el niño debía de responder presionando una tecla al estímulo blanco (la flecha que señalaba abajo a la derecha). Al finalizar el bloque se presentaban en pantalla tres matrices de las cuales debía seleccionar la que se había presentado al inicio (Fig. 10 a'). Una vez que había seleccionado la matriz, independientemente de que su respuesta fuera correcta o no, también tenía que reproducir, en una matriz en blanco el patrón observado en la matriz a ser recordada.
- 2) En otro de los bloques el procedimiento fue similar al anterior, la única variante fue que la matriz a recordar era de 18 celdas con 6 celdas rellenas (figuras 9b y 10b).

- 3) En un bloque más , la matriz a recordar era de 24 celdas con 8 celdas rellenas (figuras. 9c y 10c).
- 4) Finalmente, en otro de los bloques la matriz a recordar era de mayor dificultad, con 30 celdas y 10 celdas rellenas (figuras 9d y 10d).

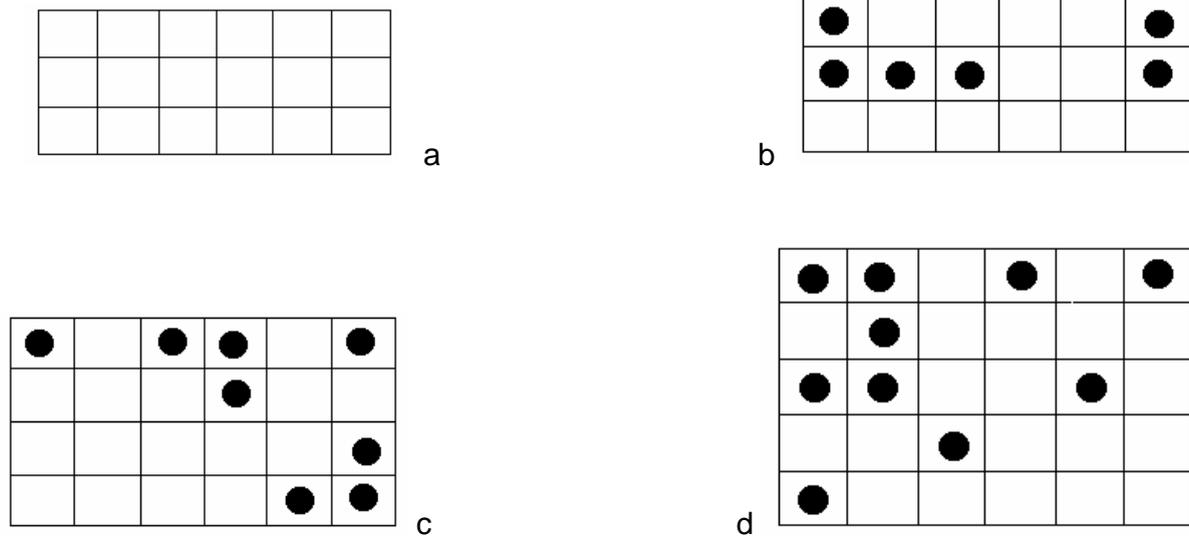
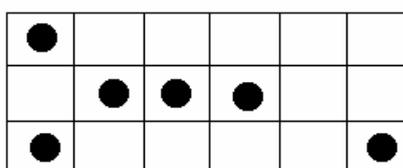
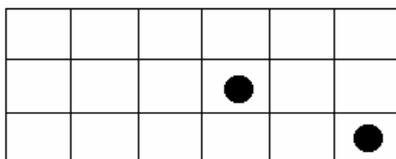
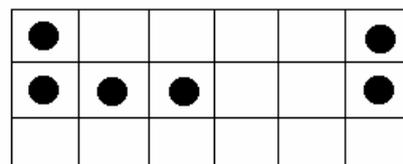
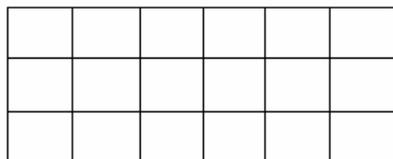
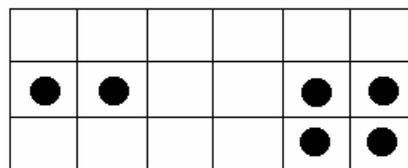
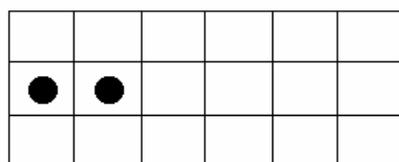
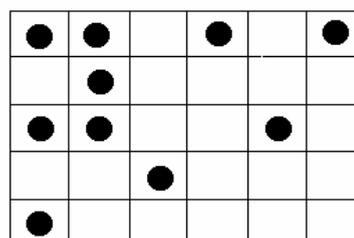
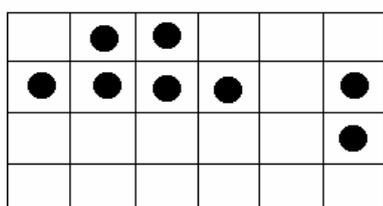
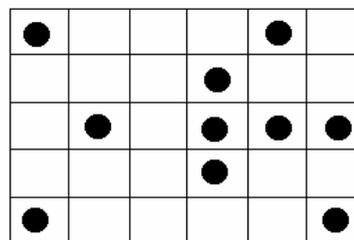
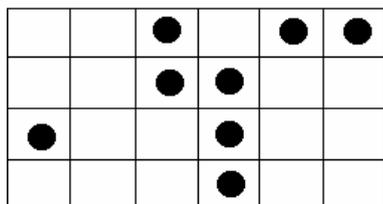
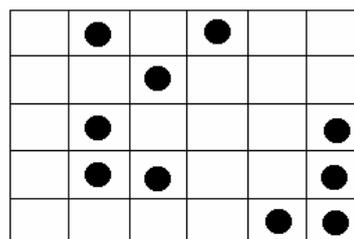
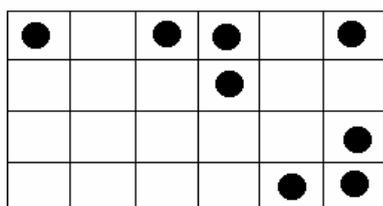


Figura 9. Matrices mostradas al inicio de cada uno de los bloques de la TEC con cuatro niveles de dificultad: a,b,c,d,).



a'

b'



c'

d'

Figura 10. Pantallas con 3 matrices cada una, para que el niño seleccionara por opción múltiple la que se había presentado al inicio de la sesión (cuatro niveles de dificultad con 0, 6, 8 y 10 celdas rellenas). Los colores están invertidos con respecto a los que se presentaron en la pantalla de la PC.

La presentación de las matrices se hizo de forma pseudoaleatoria, de acuerdo a 4 secuencias que se construyeron en forma aleatoria en función del tamaño de las matrices. Así, algunos niños hicieron la tarea con la secuencia de presentación de las matrices de 0, 6, 8 y 10 celdas rellenas, otros, con la secuencia de 6, 8,10 y 0, otros más con la secuencia de 8, 10, 0 y 6 y finalmente otros con la secuencia de 10, 0, 6 y 8. La misma forma de presentación fue utilizada en los siguientes experimentos

Resultados

Con relación al recuerdo de las matrices se obtuvo que (como se esperaba) el 100% de los niños acertó al identificar la matriz con 0 celdas rellenas, el 86% recordó la matriz con 6 celdas rellenas, el 71% de sujetos recordó la matriz con 8 celdas rellenas y sólo el 29% recordó la matriz con 10 celdas rellenas (Fig. 11).

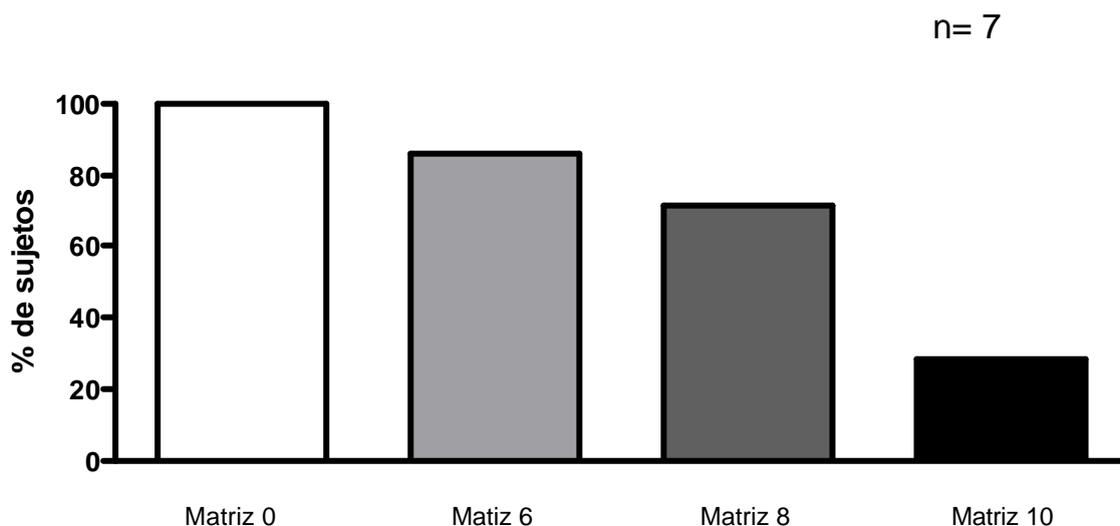


Figura 11. Porcentaje de sujetos que identificaron correctamente las matrices de 0, 6, 8 y 10 puntos.

Se obtuvieron diferencias significativas entre los aciertos en el bloque de la TEC con la matriz de cero puntos a recordar y la de 10 elementos (Kruskal-Wallis= 9.45; $p < 0.05$). Cuando tenían que recordar la matriz con 0 celdas rellenas, los niños cometieron en promedio 8.4 errores en la clasificación de las flechas, con la matriz con 6 celdas rellenas, 9.6 errores; con la de 8 celdas rellenas, cometieron 6.8 errores y finalmente cuando tenían que recordar la matriz con 10 celdas rellenas cometieron 9.3 errores en promedio, es decir que prácticamente no hubo diferencias en el número de errores cometidos en las 4 condiciones. Una situación similar se observó al cuantificar los tiempos de reacción (TR) en la respuesta al estímulo blanco: en la matriz de 0 ítems el TR fue de 539 ms, en la de 6 ítems fue de 531 ms, en la de 8 ítems de 534 ms y finalmente en el recuerdo de la matriz con 10 ítems para recordar los niños tuvieron en promedio 548 ms (Fig. 12).

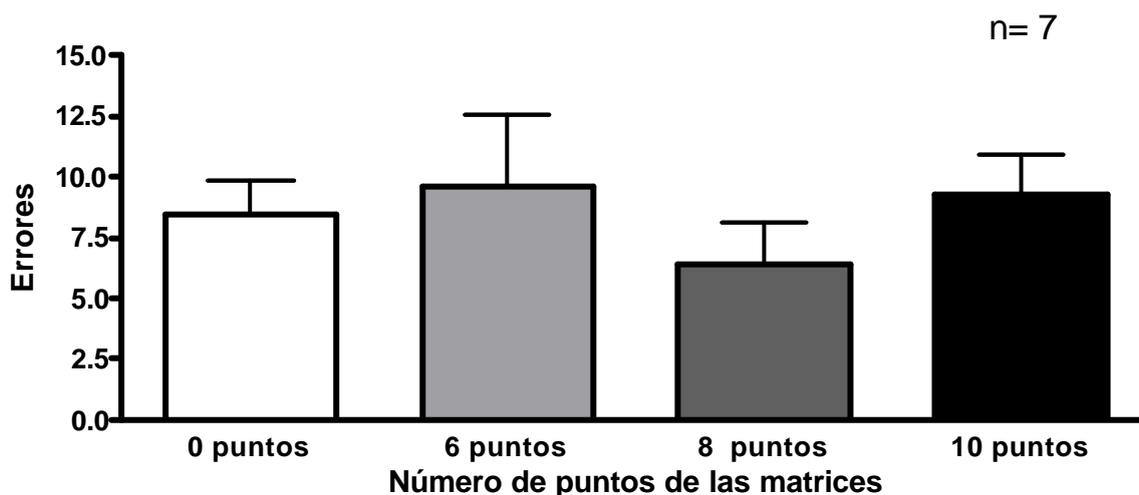


Figura 12. Media del número de errores cometidos en la tarea de TEC después de la presentación de las matrices de 0, 6, 8 y 10 puntos
Las rayas verticales en el centro de la barra indican el error estándar de la media (ESM).

Conclusiones

Al igual que con el experimento no automatizado, los resultados de este experimento mostraron una gradación en la carga de la memoria de trabajo, ya que conforme se aumentó la carga menos sujetos pudieron recordar la matriz que se les presentó al principio de cada ensayo. En efecto, éstas diferencias fueron muy marcadas mostrando que sobre todo el recuerdo de la matriz con 10 ítems fue especialmente difícil ya que sólo el 29% (2 niños) pudieron recordar la matriz. No obstante, esto no tuvo repercusiones ni en el número de errores ni en el tiempo de reacción en la respuesta al estímulo blanco.

Experimento 5:

Tarea de Ejecución Continua (Automatizada), con memorización de 3 matrices (0, 4 y 8 puntos) durante 10 segundos

Objetivo

Dado que en el experimento anterior, la matriz con 10 ítems a recordar presentaba serios problemas para su recuerdo, en el presente experimento se resolvió poner a prueba las matrices de 0, 4 y 8 ítems, con el mismo tiempo de presentación que en el experimento anterior.

Método

Sujetos

Participaron 6 niñas y 4 niños de 7-12 años de edad.

Materiales

Se utilizaron matrices de 0, 4 y 8 celdas rellenas (Fig. 13) y la misma tarea de ejecución continua de flechas que en el experimento anterior.

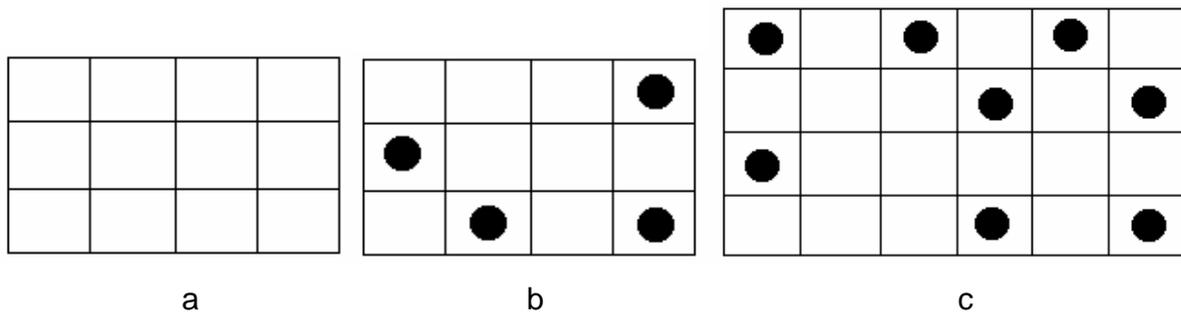


Figura 13. Matrices para presentarse al inicio de la TEC

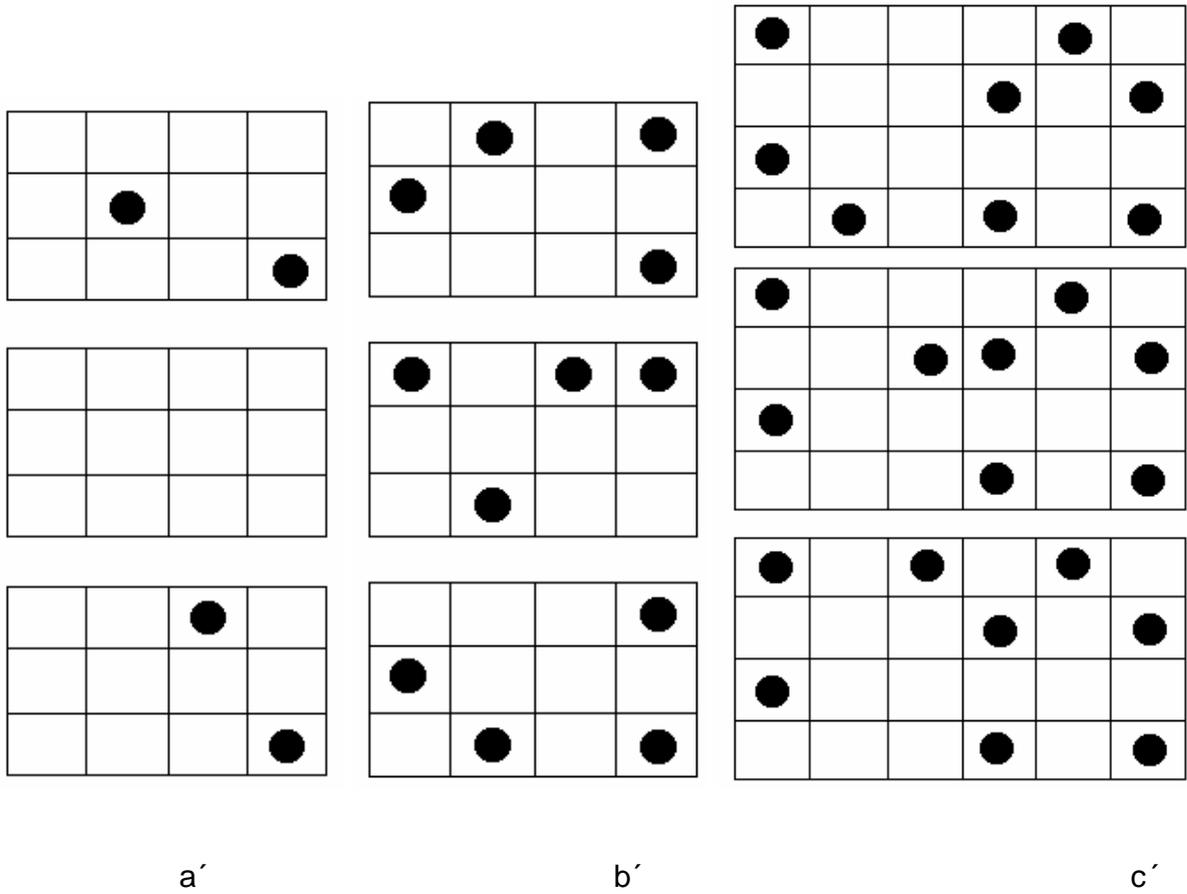


Figura 14. Pantallas con 3 matrices cada una, para que el niño seleccionara por opción múltiple la que se había presentado al inicio de la sesión (tres niveles de dificultad con 0, 4 y 8 celdas rellenas). Los colores están invertidos con respecto a los que se presentaron en la pantalla de la PC.

Procedimiento

El procedimiento empleado para la presentación de los estímulos y las respuestas requeridas a los sujetos, fueron las mismas que en el experimento anterior. La única diferencia es que sólo se presentaron tres bloques de la TEC, respectivamente con matrices de 0, 4 y 8 celdas rellenas con un tiempo de presentación de 10 segundos cada una.

Resultados

En la matriz con 0 ítems a recordar todos los sujetos identificaron la matriz al terminar el bloque de estimulación. En el bloque que comenzó con la presentación de la matriz con 4 ítems a recordar, 90% de los niños recordó correctamente la matriz y en el caso de la presentación de la matriz con 8 ítems, el 80% de los niños la recordaron.

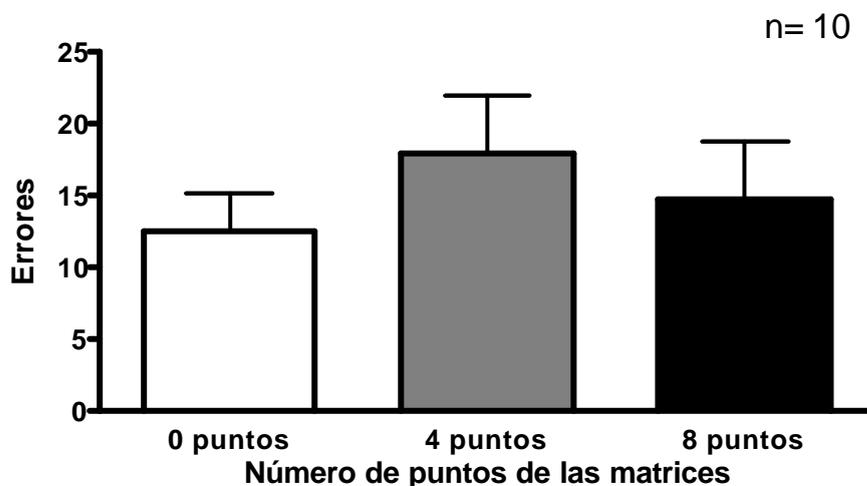


Figura 15. Media del número de errores cometidos en la clasificación de los estímulos en la tarea respecto a la matriz de 0, 4 y 8 celdas rellenas

Las rayas verticales en el centro de la barra indican el error estándar de la media (ESM).

Como se puede observar en la Figura 15, en el primer bloque (matriz de 0 ítems a recordar) el promedio de errores cometidos por los niños al responder al estímulo blanco fue de 13 (12.5%), en el segundo bloque (matriz de 4 ítems) tuvieron 20 errores

en promedio (17.9%) y con 8 ítems presentaron 18 errores en total (14.7%). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($F(2)=3.7013$; $p<.05$). No obstante lo anterior, en el caso de los tiempos de reacción las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Conclusiones

En este experimento se comprobó que las matrices de diferentes tamaños representaron una carga diferencial en la memoria de trabajo: a mayor tamaño de la matriz hubo mayor dificultad para recordarla. Por tal motivo, se concluyó que estos tamaños de las matrices eran adecuados para cargar en forma gradual la memoria de trabajo. No obstante, en la ejecución de la TEC los efectos no fueron claros ni tampoco se observaron diferencias en los TR en las respuestas al estímulo blanco.

Experimento 6:

Tres tipos de tareas de ejecución continua automatizada (Señal Go-NoGo GO-GO, GO-NOGO) cada una con tres niveles de dificultad: matrices de 0, 4 y 8 puntos, con tiempo de presentación de 10 segundos.

Objetivo

A pesar de que en el estudio anterior se logró definir el tamaño de las matrices que se pueden utilizar para cargar en diferentes grados la memoria de trabajo, no fue posible observar ningún efecto de la carga sobre la tarea de clasificación de estímulos en la tarea Go-NoGo, ni en el número de errores ni en los tiempos de reacción. Por lo tanto, en este experimento se decidió variar las instrucciones para la ejecución de la tarea, con la idea de aumentar el grado de dificultad en tres niveles.

Método

Sujetos

Participaron 6 niños y 14 niñas de 8-12 años de edad.

Procedimiento

Las tareas que se aplicaron fueron las siguientes:

- a) **Tarea de ejecución continua (TEC).** A los sujetos se les dio la instrucción de oprimir el botón izquierdo del ratón cada vez que apareciera en la pantalla la flecha que apuntaba abajo a la derecha (estímulo blanco ) siempre y cuando fuese precedida por la flecha que apuntaba hacia la izquierda (). El estímulo blanco se presentó con una probabilidad de 10%.
- b) **Tarea GO-GO:** Los sujetos deberían de oprimir el botón izquierdo del ratón cada vez que aparecieran en la pantalla la flecha que apuntaba abajo a la derecha (Estímulo blanco ) y el botón derecho cada vez que observaran cualquier otro tipo de flecha (      ). En esta tarea el estímulo blanco se presentó con una frecuencia relativa del 20 %.
- c) **Tarea GO-NoGO:** El sujeto debería de oprimir el botón izquierdo del ratón cada vez que viera aparecer en la pantalla la flecha que apunta abajo a la derecha (estímulo blanco ) la cual también se presentó en un 20% de las ocasiones.

Cada una de las tareas descritas fueron aplicadas con el programa Gentask de NeuroScan en una PC. Constaban de 900 estímulos (flechas), los cuales se dividieron en tres bloques (de 300 estímulos cada uno). Al inicio de cada uno de los bloques (en las tres tareas), se presentaba en la pantalla una matriz a memorizar de 0, 4 y 8 celdas rellenas (ver figuras 16, 18 y 20 para las tareas TEC, GO-GO y GO-NoGO respectivamente). Al finalizar cada bloque tenían que seleccionar de tres matrices que se presentaban en la pantalla, aquella que se había presentado al inicio del mismo (ver figuras 17, 19 y 21 para las tareas TEC, GO-GO y GO-NoGO respectivamente). Una

vez que habían seleccionado la figura, se les pedía que dibujaran en una matriz en blanco (dibujada en una hoja tamaño esquila) el patrón de puntos que habían visto en la matriz presentada al inicio de cada bloque.

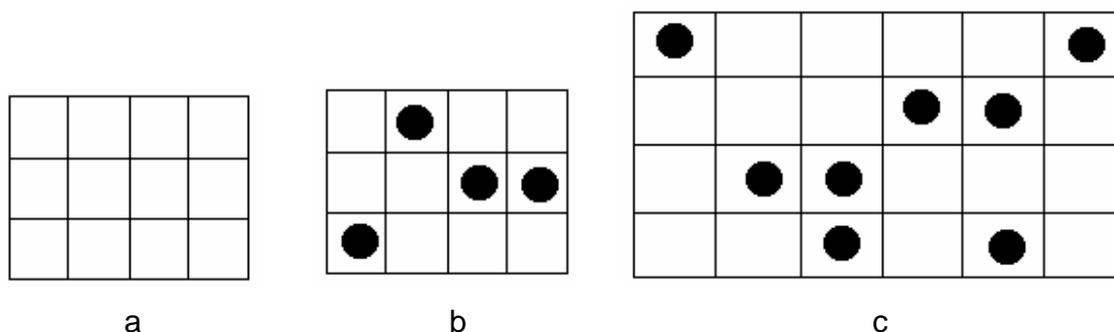


Figura 16. Matrices que se presentaron al inicio de cada uno de los tres bloques de la TEC en el experimento 6.

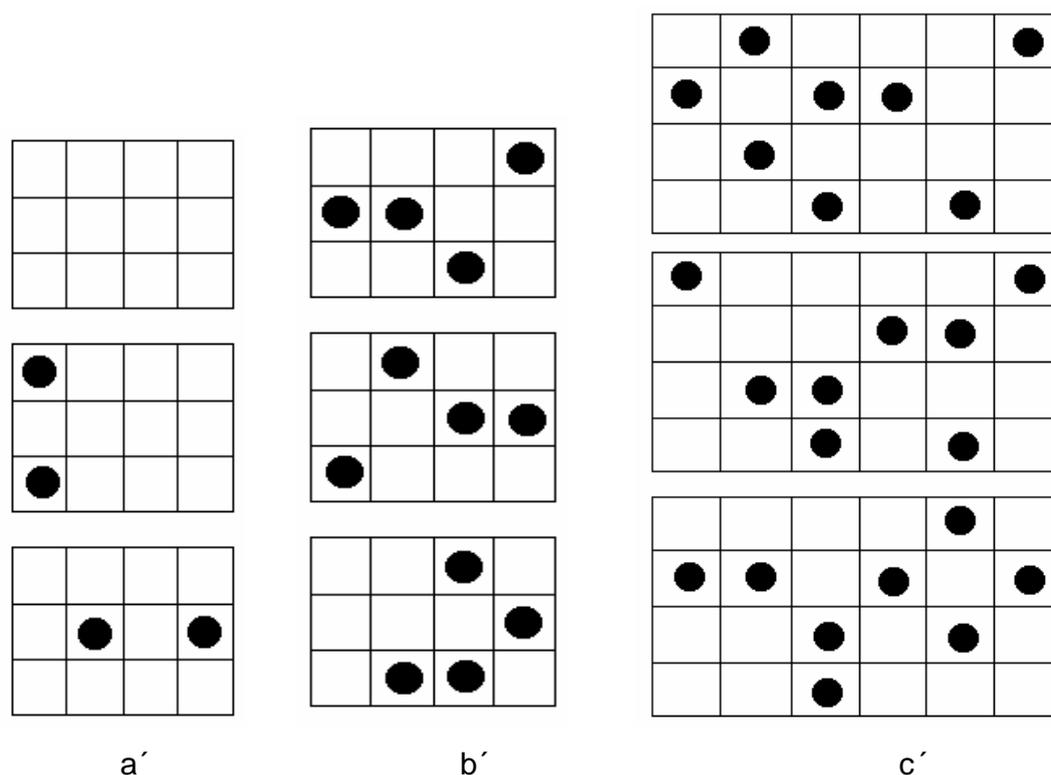


Figura 17. Pantallas con 3 matrices cada una, para que el niño seleccionara por opción múltiple la que se había presentado al inicio de cada bloque (tres niveles de dificultad con 0, 4 y 8 celdas rellenas) de la TEC. Los colores están invertidos con respecto a los que se presentaron en la pantalla de la PC.

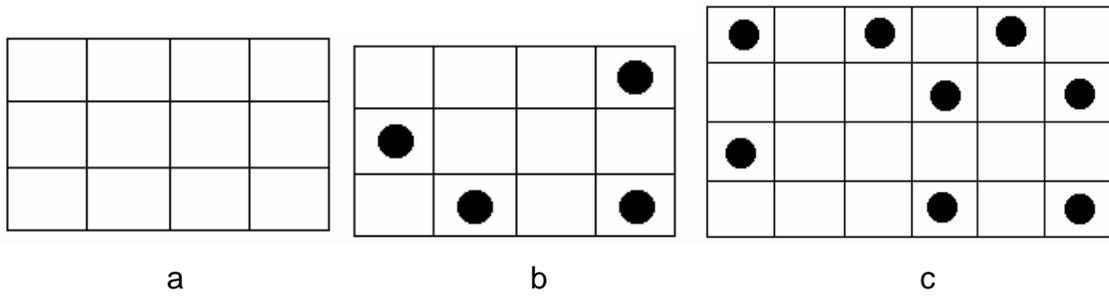


Figura 18. Matrices que se presentaron al inicio de cada uno de los tres bloques de la tarea GO-GO en el experimento 6.

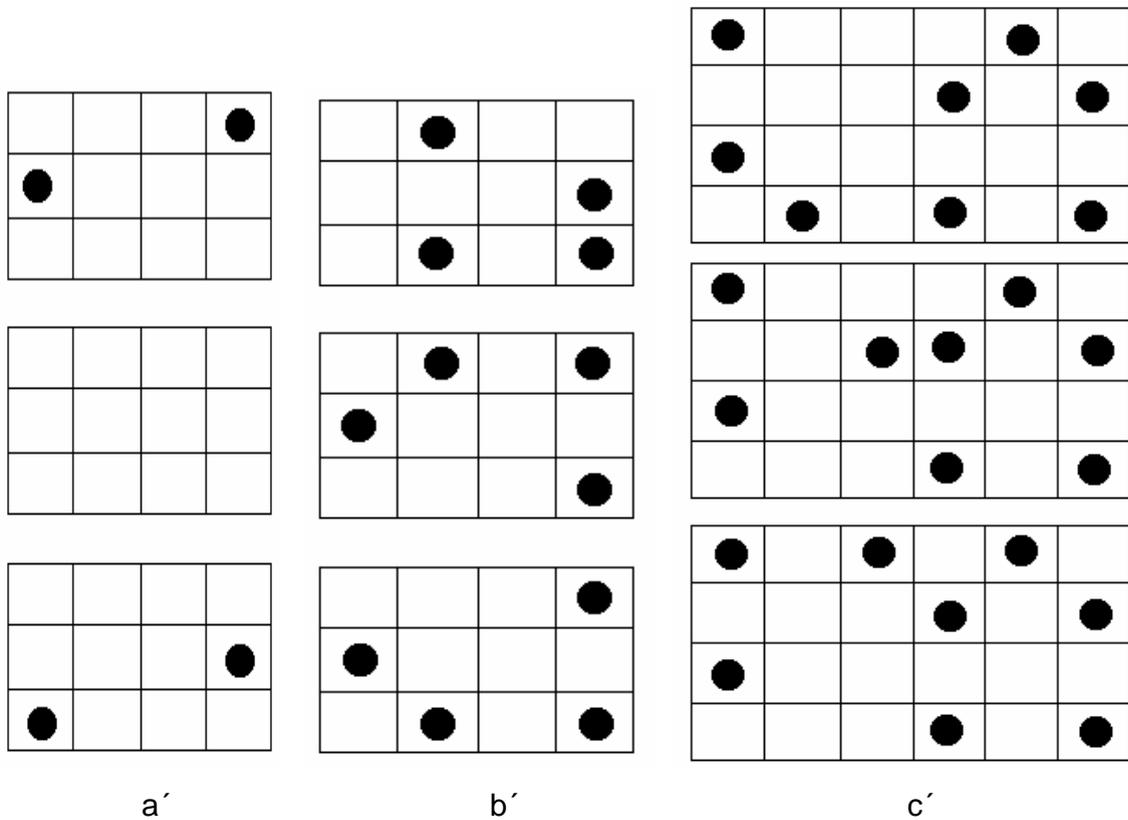


Figura 19. Pantallas con 3 matrices cada una, para que el niño seleccionara por opción múltiple la que se había presentado al inicio de cada bloque (tres niveles de dificultad con 0, 4 y 8 celdas rellenas) de la tarea GO-GO. Los colores están invertidos con respecto a los que se presentaron en la pantalla de la PC.

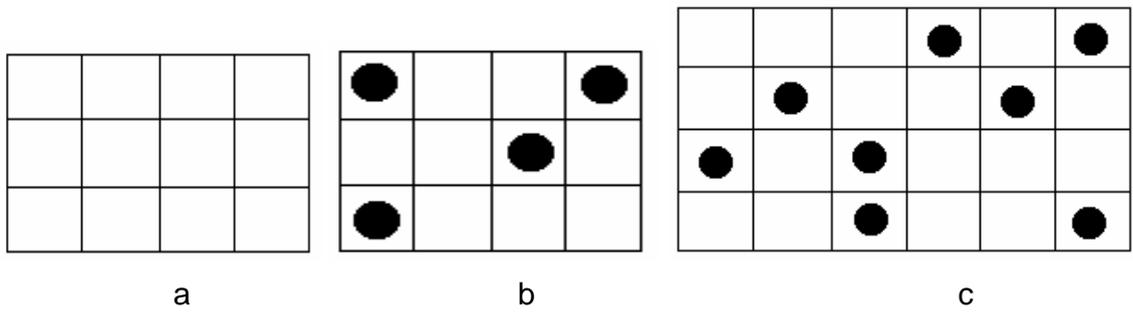


Figura 20. Matrices que se presentaron al inicio de cada uno de los tres bloques de la tarea GO-NoGO en el experimento 6.

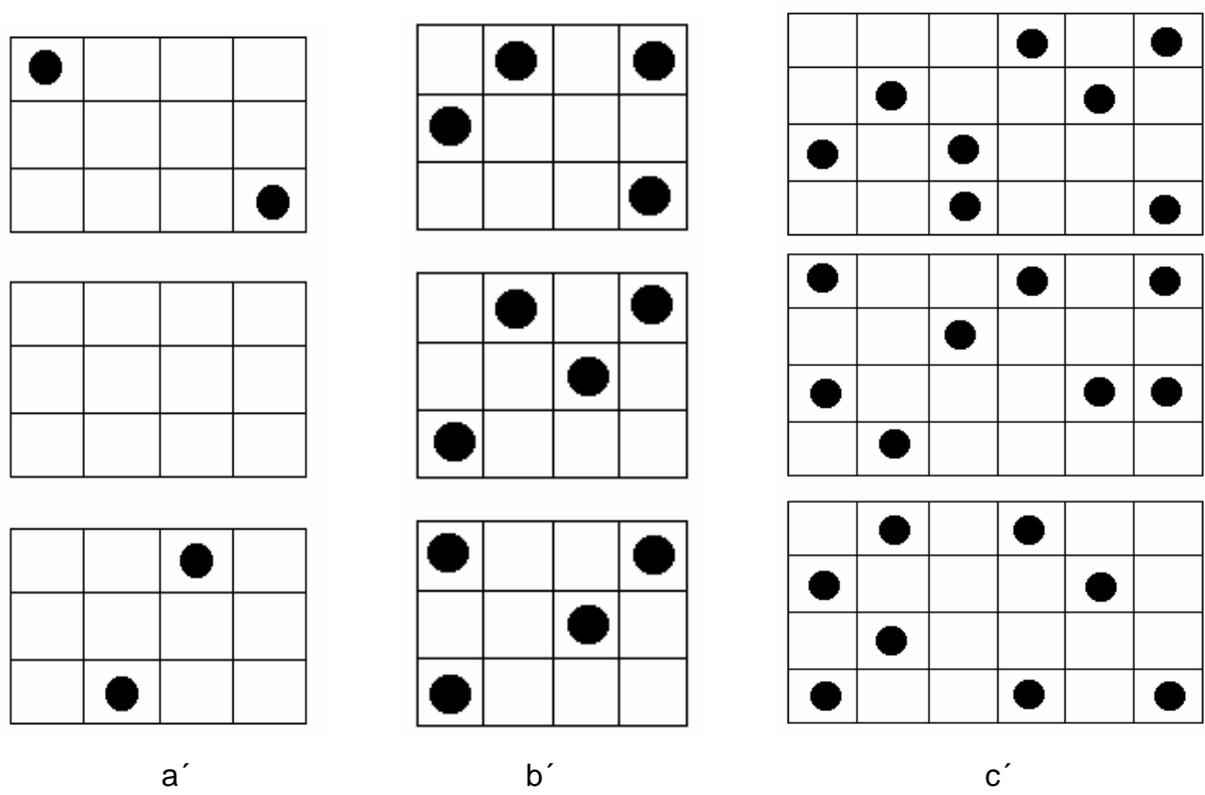


Figura 21. Pantallas con 3 matrices cada una, para que el niño seleccionara por opción múltiple la que se había presentado al inicio de cada bloque (tres niveles de dificultad con 0, 4 y 8 celdas rellenas) de la tarea GO-NoGO. Los colores están invertidos con respecto a los que se presentaron en la pantalla de la PC.

Análisis

Se analizaron el número de aciertos y de errores (de omisión y de comisión) para cada una de las tareas: TEC, GO-GO y GO-NoGO. También se calificó la identificación de la matriz presentada al inicio de cada uno de los bloques, en cada una de las tres tareas mencionadas.

Resultados

Con relación al número de errores cometidos en las tres tareas propuestas, se observó que los sujetos cometieron en promedio 12 errores en la TEC, 111 en la tarea Go-GO y 27.2 en la tarea Go-NoGo, sin considerar los tamaños de las matrices presentadas al comienzo de cada bloque. Así, fue evidente que la tarea Go-GO fue la que presentó el mayor grado de dificultad de las tres tareas presentadas, la tarea Go-NoGo un grado medio y la TEC el menor grado de dificultad. Es importante mencionar que tanto en la TEC como en la tarea Go-NoGo el tipo de errores fue exclusivamente de omisión, mientras que en la tarea Go-GO se presentaron ambos tipos de errores (de omisión y comisión) aproximadamente en igual proporción (Fig. 22).

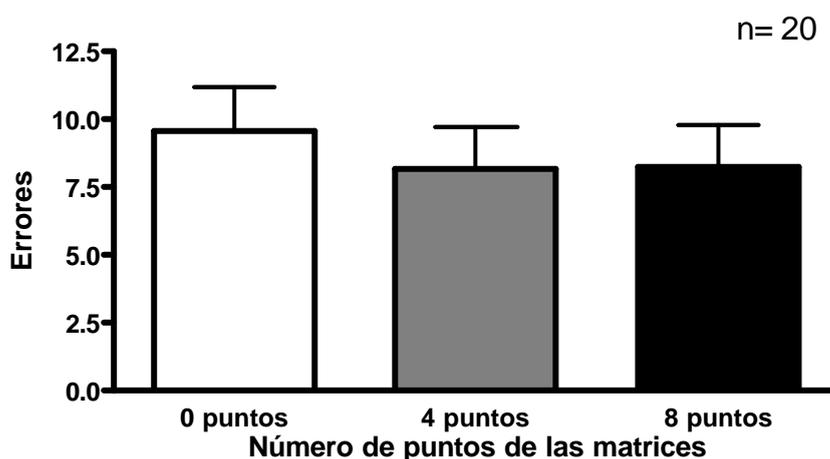


Figura 22. Media de los errores de omisión cometidos en la TEC después de la presentación de las matrices de 0, 4 y 8 puntos. Las rayas verticales en el centro de la barra indican el error estándar de la media (ESM).

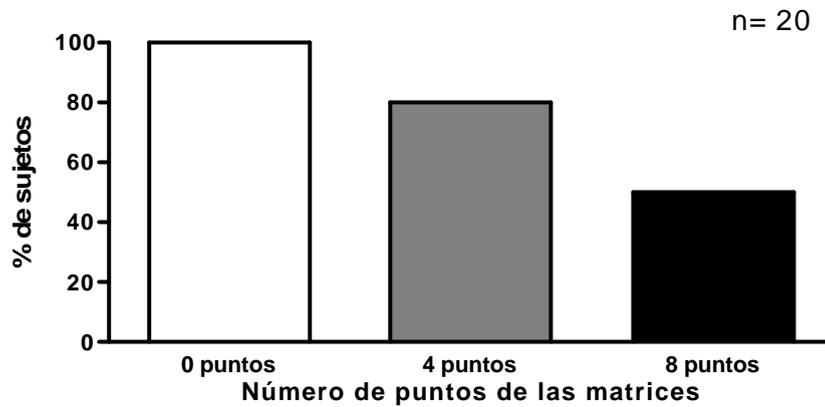


Figura 23. Identificación de las matrices en la TEC

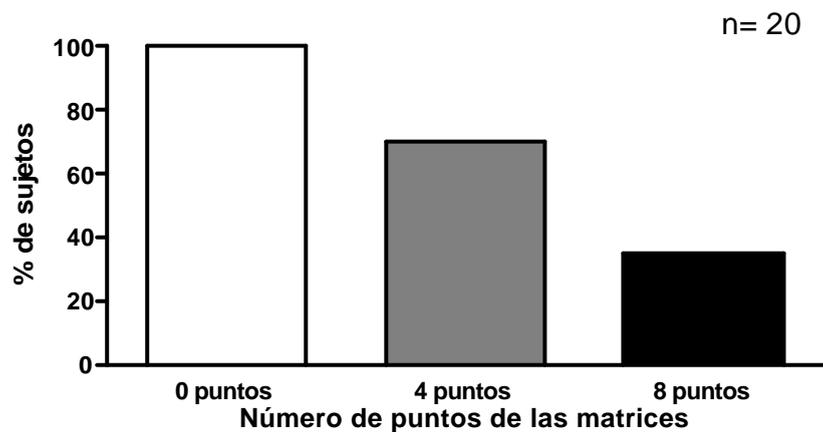


Figura 24. Identificación de las matrices en las tareas Go-Go y Go-NoGo.

Con respecto a la identificación de las matrices en la TEC, obtuvimos un 100% de identificación correcta en la matriz de 0 celdas rellenas, un 80% en la matriz de 4 celdas rellenas y un 55% en la identificación de la matriz con 8 celdas rellenas (Fig. 23). En la tarea Go-Go obtuvimos un 100% de identificación correcta en la matriz de cero celdas rellenas, un 70% en la identificación de la matriz de 4 celdas rellenas, y un 38%

en la matriz de 8 celdas rellenas. Finalmente, en la tarea Go-NoGo, el resultado fue el mismo que en la tarea Go-Go, con un 100% de identificación correcta en la matriz de cero celdas rellenas, 70% en la matriz con 4 celdas rellenas y un 38% en la matriz con 8 celdas rellenas (Fig. 24).

Por otra parte, si se considera el tamaño de la matriz (0, 4 y 8 ítems) presentada al principio de cada bloque por tarea, en ningún caso se observaron diferencias en el número total de errores en la clasificación de las flechas. Así, en la TEC los niños cometieron en promedio 13.85 errores con la matriz de 0 ítems, 11.65 con la matriz de 4 ítems y 11.30 con la matriz 8. En la tarea Go-Go se obtuvo una media de errores de 116.4, 105.85 y 111 para las matrices de 0, 4 y 8 ítems respectivamente y finalmente, con la tarea Go-NoGo, los niños cometieron en promedio 28, 26 y 27 errores ante la presentación de las matrices con los distintos números de ítems a recordar ya mencionados. El ANOVA tampoco mostró diferencias en la latencia de las respuestas al estímulo blanco. En la TEC los promedios de latencia fueron de 520, 529 y 522 ms. en la presentación de los tres tipos de matrices, en la tarea GO-GO fueron de 588, 616 y 630 ms. y en la tarea GO-NOGO fueron de 568, 572 y 567 ms. respectivamente.

Para comparar el número de errores totales durante la presentación de las distintas matrices, independientemente de la tarea, se convirtieron las frecuencias absolutas de errores totales a porcentajes con relación al número total de errores posibles en cada tarea. Nuevamente, al hacer esta comparación no se observó ninguna diferencia estadísticamente significativa.

Conclusiones

Al igual que en el experimento anterior, se comprobó que las matrices de diferentes tamaños representaron una carga diferencial en la memoria de trabajo, ya que mientras más grande fue el tamaño de la matriz, hubo mayor dificultad para recordarla.

Asimismo, se puede concluir que los tres tipos de tareas presentan también un grado de dificultad diferente en donde la tarea Go-Go resultó la más difícil de ejecutar, seguida por las tareas Go-NoGo y TEC en ese orden.

Por otra parte se puede afirmar que dependiendo de la dificultad de la tarea el recuerdo de las matrices fue menor, ya que en las tareas más difíciles un menor número de sujetos identificaron las matrices correctamente que en las tareas fáciles.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN GENERAL

Como se describió, el objetivo del presente trabajo fue el de diseñar un paradigma para estudiar la capacidad de memoria de trabajo en niños en edad escolar, tanto a nivel conductual como utilizando los potenciales relacionados con eventos.

La memoria de trabajo es un sistema de almacenamiento y de control activo que coordina y organiza flujos de información generados por los estímulos y por el propio sistema cognitivo Atkinson y Shiffrin (1971). Como lo describió Baddeley (1986) la memoria de trabajo está compuesta de varios subsistemas controlados por un sistema ejecutivo de capacidad limitada. Dichos componentes son: el ejecutivo central, el circuito articulatorio y el subsistema de almacenamiento viso-espacial. El ejecutivo central funciona como un supervisor que controla el funcionamiento y el flujo de información al circuito articulatorio, (subsistema esclavo encargado del procesamiento y almacenamiento del material verbal), y al subsistema de almacenamiento visoespacial (subsistema esclavo encargado del procesamiento y almacenamiento del material visoespacial). Se supone que una sobrecarga en todo el sistema de memoria de trabajo eventualmente llevará a una deficiencia en su funcionamiento. El paradigma que se emplea comúnmente para el estudio de la memoria de trabajo o memoria operativa, comprende una carga en la memoria y la ejecución de otro tipo de tarea cognoscitiva en forma simultánea, con el resultado de un deterioro en una de las tareas o en ambas.

Este mismo paradigma se emplea para estudiar la atención como un sistema de recursos limitados y en este caso la interpretación de los hallazgos se hace en términos de capacidad de atención. Las teorías derivadas de estos paradigmas consideran la atención como un sistema de recursos limitados que se distribuyen entre las tareas u operaciones mentales concurrentes. Por lo tanto, en las situaciones en que los sujetos necesitan realizar una doble tarea en forma simultánea se ponen de manifiesto las limitaciones de la atención que tienen los sujetos, por lo que es habitual la observación de que en estas situaciones se cometen más errores en una tarea, lo que se considera

como un indicio de una mayor demanda de atención de la otra tarea, que usualmente es la más compleja.

En el presente trabajo se sobrecargó a la memoria de trabajo por dos medios: en el primero se incrementó la carga en el almacén visoespacial aumentando el tamaño de las matrices que los niños tenían que recordar al comienzo de cada bloque en una TEC, tipo A-X (en la que el estímulo blanco aparece con cierta frecuencia en la tarea). Aunque al aumentar el tamaño de la matriz los sujetos cometieron un mayor número de errores en el señalamiento de las celdas que estaban rellenas, no se observó ningún cambio en el número de errores cometidos en la TEC, por lo cual podemos afirmar que con esta tarea se afectó únicamente la capacidad del sistema visoespacial.

El segundo método comprendió una modificación a la tarea secundaria que consistió en la implementación de dos tareas más de mayor complejidad que la primera, una tarea Go-Go y otra Go-NoGo, en ambas tareas el número de errores fue mayor que en la TEC, pero en la tarea Go-Go se cometieron más errores que en la Go-NoGo. Se considera que este tipo de tareas son fundamentalmente de atención sostenida, aunque miden también el grado de impulsividad de los sujetos por medio del número de errores de comisión, mientras que los errores de omisión se atribuyen a una falta de atención.

Así, las diferencias observadas en la cantidad de errores entre las tareas, pudieron deberse a los distintos requerimientos de atención necesarios en cada una de ellas: La tarea TEC se facilitó debido a que el estímulo blanco sólo se podía presentar después de un estímulo señal, lo que propicio que la atención aumentara y se centrara en el estímulo que seguía al señal, lográndose así una mejor ejecución. En la tarea Go-NoGo, el grado de dificultad fue intermedio, probablemente debido a que, aunque el niño sólo tenía que poner atención a la aparición de un estímulo, éste aparecía en forma azarosa y con menos frecuencia que el estímulo no blanco, lo cual demanda un nivel de atención que no es alcanzado fácilmente por los niños. Finalmente, al parecer la tarea Go-Go fue la que demandó mayores niveles de atención debido a que los niños

tenían que responder de manera diferencial a cada tipo de estímulo y evidentemente los niños no pudieron alcanzar los niveles de atención requeridos.

De mayor interés es el hecho de que se observó una interacción entre el grado de dificultad de la tarea y la cantidad de sujetos que pudieron recordar las matrices de 4 y 8 puntos. En efecto, fue muy claro que en la tarea de menor dificultad un mayor número de niños pudieron recordar ambas matrices y éste número disminuyó en las tareas de mayor dificultad.

Como ya se mencionó, desde el punto de vista de los modelos de recursos limitados de la atención, los estudios de doble tarea, como el que utilizamos en el presente trabajo, constituyen un instrumento que permite establecer inferencias sobre las limitaciones de la atención o bien sobre las demandas de atención de las tareas, por lo que se puede pensar que en el presente trabajo el mayor número de errores observado en el recuerdo de matrices cuando los sujetos ejecutaron las tareas Go-Go y Go-noGo, se debió a que conforme aumentó la dificultad de la tarea, también aumentaron los recursos de atención destinados a mantener el nivel de ejecución, pero con repercusiones negativas en el recuerdo de las matrices.

Dados estos resultados, podemos sugerir que el diseño experimental que se empleó en el último experimento resultó adecuado para el estudio de la capacidad de la memoria de trabajo simultáneamente con la capacidad de atención sostenida en los niños. Dada la estructura del paradigma utilizado, éste puede resultar útil para el estudio de los PRE. No obstante pensamos que el experimento debería de modificarse si es que se quiere observar una sobrecarga en el sistema de memoria de trabajo, a tal punto que se puedan observar efectos tanto en la carga de la memoria como en la ejecución de la tarea concurrente.

Otra sugerencia es la de estudiar la carga en la memoria con otro tipo de estimulación como la fonológica para poder observar si el sistema fonológico es más

vulnerable que el visoespacial y permite observar diferencias más claras entre los diferentes grupos de sujetos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Ackerman, P.T., Anhalt, J.M., Dykman, R.A. y Holcomb, R.J. (1986). Effortful processing deficits in children with reading and/or attention disorders. Brain and Cognition, 5, 22-40.
- APA, American Psychiatric Association (1995). Manual de Diagnostico y Estadística de los Trastornos Mentales (DSM IV) Barcelona : Masson .
- APA, American Psychiatric Association (2002). Manual de Diagnostico y Estadística de los Trastornos Mentales (DSM IV) TR Barcelona : Masson.
- Atkinson, R.C., y Shiffrin, R. M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 82-90.
- Baddeley, A.D. (1983). Working memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of, London*.B 302, 311-324.
- Baddeley, A.D. (1986). Working memory. Oxford University Press, London.
- Barkley, R.A. (1988). "Attention". En: Tramontana, M.G. & Hooper, S.R. (eds.). *Assessment Issues in Child Neuropsychology*. Plenum Press, New York.
- Barnea, A., Lamm, O., Epstein, R. and Pratt, H. (1994) Brain potentials from dyslexic children recorded during short-term memory tasks. *International Journal of Neuroscience*, 74, 227-237.
- Bernal, J. Estudio de la onda P300 visual y auditiva en niños normales y con deficiencia en la lectura. Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, (1997).
- Bernal, J., Rodriguez, M., Yañez, G., Marosi, E. (2002) Reading Difficulties: Neuropsychological, Electrophysiological and Neuroanatomical Considerations. *Perspectives on Cognitive Psychology*. Cap. 6, Ed. Nova Scieencie Publishers, Inc.
- Brying y Järvihto. (1985), cit. en: Bernal, J. (1997). op. cit.
- Cunningham, C. E. y Berkley, R.A (1978). The role of academic failure in hyperactive behavior. *Journal of Learning Disabilities*, 11, 15-21 .

- Danier, K., Klorman, R., Salzman, F., Hess, D. W., Davidson, P. W., y Michael, R. L. (1981) Learning disordered children's evoked potentials during sustained attention. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 9, 79 - 91.
- Denckla, M.B. y Rudel, R.G. (1976) Rapid "automatized" naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14 , 471-479
- Donchin E. y Coles M.G.H. (1988) Is the P3 component a manifestation of context updating? . *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 355-372.
- Duncan-Johnson, C.C. (1988). Event-related brain potentials: a window on information processing in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 14, 199-203.
- Duncan-Johnson, C.C.; Donchin, E. (1977) On quantifying surprise: The variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 14, 456-467.
- Erez, A y Pratt, H. (1992) Auditory event-related potentials among dyslexic and normal-reading children: 3clet and midline comparisons. *International journal of neuroscience*, 63, 247-264.
- Fletcher, J.M, (1985): Memory for verbal and nonverbal stimulus in learning disability subgroups: analysis by selective reminding. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40, 244-259.
- Fletcher, T, y Kaufman, C. (1995): A Mexican perspective on Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 29 (9): 530-534.
- Geschwind, N. y Galaburda, A.M. (1985), Cerebral lateralization. *Archives of Neurology*. 42, 428-459.
- Gough, P.B. y Tunmer, W. (1986). Decoding, reading and reading disability. *Remedial and Special Education*, 7, 1, 6-10.
- Halperin, J.M. (1991) The clinical assessment of attention. *International Journal of Neuroscience*, 58 , 171-182.
- Hasher, L. y Zacks, R.T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-88.

- Holcomb, P. J., Ackerman, P. T. and Dykman, R. A. (1985) Cognitive Event-related brain potentials in children with attention and reading deficits. *Psychophysiology*, 22, 656-667.
- Holcomb, P. J.; Ackerman, P. T. and Dykman, R. A. (1986) Auditory Event-related potentials in attention and reading disabled boys *International Journal of Psychophysiology*, 3, 263-273.
- Hooper, S.R., Boyd, T.A. (1986) Neurodevelopmental learning disorders. En Obrzut, J. E. Y Hynd, G.W. (Eds.) *Child Neuropsychology clinical practice*, vol. 2, Academic Press Inc.
- Just, M y Carpenter, P.A. (1992) A Capacity theory of comprehension: individual differences in working memory *Psychology Review*. 99, 122-149.
- Maurer K, Dierks T,y Ihl R. (1988). Topographic mapping of auditory evoked P300 in psychiatric disorders. En: Pfurtscheller G, Lopes Da Silva FH (eds) *Functional Brain Imaging*. Huber, Toronto, pp 187-192.
- McCarthy, G. and Donchin, E. (1981), A metric for thought. A comparison of P300 latency and reaction time. *Science*, 211, 77-80.
- Moats, L. C. y Lion, R. (1993) Learning disabilities in the United States: advocacy, science, and the future of the field. *Journal of Learning Disabilities*, 26 282-294.
- Obrzut, J.E.; Obrzut, A. and Bryden, M.P. (1985) Information processing and speech lateralization in learning disabled children. *Brain and Language.*, 25, 87– 101.
- Perani D, Bressi S, Cappa SF, Vallar G, Alberoni M, Grassi F. (1993) Evidence of multiple memory systems in the human brain. A 18F-FDG PET metabolic study. *Brain*, ; 116: 903-919.
- Perfetti, C. A. (1985) *Reading Ability*. New York: Oxford University Press.
- Polich, J. (1987) Comparison of P300 from passive tone sequence paradigm and an active discrimination task. *Psychophysiology*, 24, 41-46.
- Polich, J.; Eischen, S.E. y Collins, E.G. (1994) P300 from a single auditory stimulus. *EEG and Clin. neurophysiol*, 92, 253-261.

- Polich, J.; Howard, L.; Starr, A. (1983) P300 latency correlates with digit span. *Psychophysiology*, 20, 665-669.
- Prorac, C. y Coren, S. (1981). *Lateral preferences and human behavior*. Springer – Verlag, New York.
- Rayner, K. y Pollatsek, A. (1989). *The Psychology of Reading*. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall, Verlag, New York.
- Rutter, M. (1983) Behavioral studies: questions and findings on the concept of a distinctive syndrome. En: Rutter, M. (ed.). *Developmental Neuropsychiatry*. The Guilford Press, New York.
- Siegel, L.R. Knowlton, B. y Musen, G. (1993). The structure and organization of memory. *Annual Review of Psychology*, 454-487.
- Siegel, L.S. y Ryan, E.B. (1989) The development of working memory skills in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60, 973-980.
- Squire, D.M. y Squire, L.R. (1993). On the development of declarative memory *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory and Cognition*, 19, 397-776.
- Stanovich, K. E. (1991). Word recognition: Changing perspectives. In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research* (Vol. 2, pp. 418-452). New York: Longman.
- Stanovich, K.E. (1988) Explaining the differences between the dyslexic and the garden-variety poor reader: the phonological-core variable-difference model. *Journal of Learning Disabilities*, 21, pp. 590-604.
- Steenhuis, R. E. Bryden, M.P. y Schroeder, D.H. (1993) Gender, laterality, learning difficulties and health problems. *Neuropsychologia.*, 31, 1243 – 1254.
- Stelmack, J.M., Saxe, B. J., Noldy-Cullum, N., Cambell, K.B., and Armitage, R. (1988) Recognition memory for words and event-related potentials: A comparison of normal and disabled readers. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 10, 185-200.

- Sternberg, S. (1966), High speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652– 654.
- Swanson, H.L. 1992 Generality and modificability of working memory among skilled and less skilled readers. *Journal of Educational Psychology*, 84, 473-488.
- Swanson, H.L. (1993) Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental child psychology*, 56,87-114.
- Swanson, H.L. (1994) Short-term memory and working memory: do both contribute to our understanding of academic achievement in children and adults with learning disabilities?. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 34-50.
- Tallal, P.; Galaburda, A.; Llinas, R. And Von Euler, C. (eds.). (1993). Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia. Plenum Press, New York.
- Taylor, M.J. y Keenan, N.K. (1990) Event-related potentials to Visual and language stimuli in normal and Dyslexic children. *Psychophysiology* , 27, 318-327.
- Wagner, R.K., and Torgesen, J.K. (1987) The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101, 192-212.
- Wolff, P.H. (1993) Impaired temporal resolution in developmental dyslexia. En: Tallal, P.; Galaburda, R.; Llinás, C. And Von Euler (eds.). Temporal Information Processing in the nervous system: special reference to Dyslexia and Dysphasia. *Annals New York Academy of Sciences*, New York.