



# Universidad de Guadalajara

---

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas  
Departamento de Ciencias Ambientales  
Instituto de Neurociencias**

**Estudio electrofisiológico y conductual  
de la memoria viso-verbal en niños con  
Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura**

**Tesis  
para obtener el grado de  
Doctor en Ciencia del Comportamiento  
(opción Neurociencias)**

Presenta:

**Fabiola Reveca Gómez Velázquez**

**DIRECTOR: Dr. Andrés A. González Garrido  
COMITÉ : Dra. Esmeralda Matute Villaseñor  
Dr. Emilio Gumá Díaz  
Asesor estadístico: Mtro. Daniel Zarabozo**

Guadalajara, Jalisco. Diciembre del 2001.

# INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b><i>Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura</i></b> .....	7
Estimaciones de prevalencia .....	7
Bases neurofisiológicas de los TAL .....	7
La Memoria de Trabajo y otros procesos cognoscitivos asociados con los TAL .....	9
<i>Memoria de Trabajo</i> .....	9
<i>Conciencia Fonológica</i> .....	11
<i>Velocidad de denominación</i> .....	12
<i>Desarrollo de estrategias cognoscitivas</i> .....	12
<i>Funciones Ejecutivas</i> .....	13
<b><i>Potenciales Relacionados a Eventos</i></b> .....	14
Clasificación de los PREs .....	15
PREs y Memoria de Trabajo .....	16
PREs y Trastornos en el aprendizaje de la Lectura .....	17
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	19
<b>HIPÓTESIS</b> .....	19
<b>OBJETIVOS</b> .....	20
<b><i>General</i></b> .....	20
<b><i>Específicos</i></b> .....	20
<b>METODOLOGÍA</b> .....	21
<b><i>Sujetos</i></b> .....	21
<b><i>Selección de la muestra</i></b> .....	21
<b><i>Material y Método</i></b> .....	22
Registro Electrofisiológico .....	22
Tareas Experimentales .....	22
Procedimiento .....	24
<i>Selección de la muestra</i> .....	24
<i>Obtención de los Potenciales Relacionados a Eventos</i> .....	25
<i>Identificación de los PREs</i> .....	26
Análisis Estadístico .....	26
Consideraciones Éticas .....	27
Recursos .....	27
Caracterización de la muestra.....	27

<b>RESULTADOS</b> .....	31
<i>Resultados conductuales de las tareas experimentales</i> .....	31
<i>Resultados de los PREs en las tareas experimentales</i> .....	32
<i>Descripción de los PREsD</i> .....	42
<i>Análisis de los PREsD</i> .....	43
<i>Resultados de la Prueba de Colores y Palabras de Stroop</i> .....	49
<b>DISCUSIÓN</b> .....	53
<i>Resultados conductuales</i> .....	53
<i>PREs Promedio</i> .....	55
<i>PREs Diferencia</i> .....	57
<i>Prueba de Stroop y su relación con otras tareas</i> .....	61
<b>CONCLUSIONES</b> .....	64
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	65
<b>APÉNDICES</b> .....	72
I. Ficha General .....	72
II. Cuestionario Neurológico .....	73
III. Encuesta Socioeconómica .....	74
IV. Cuestionario para padres de Conners .....	75
V. Prueba de Annett de Manualidad .....	77
VI. Tareas Lectoras .....	78
VII. Bateria para el Diagnóstico Neuropsicológico Automatizado .....	84

## RESUMEN

---

Se evaluaron tres tareas de detección de secuencias inversas de dígitos usando Potenciales Relacionados a Eventos en 15 niños normales y 15 niños con Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura (TAL) con CI normal, diestros, de 8 años de edad, para estudiar la influencia del incremento en las demandas perceptuales o de memoria sobre el procesamiento de detección. En las tareas neuropsicológicas aplicadas se encontraron cambios significativos en el grupo con TAL, respecto al Control, dados por: mayores tiempos de reacción en una tarea de Ejecución Continua; diferencias en el efecto esperado de interferencia de la Prueba de Stroop; menor cantidad de dígitos retenidos hacia delante y hacia atrás en una tarea de Amplitud de Memoria, menor cantidad de palabras retenidas en una segunda oportunidad en una tarea de Recuerdo Libre, así como mayor tiempo de reacción para el reconocimiento de las mismas. Los PREs-Diferencia mostraron tres componentes principales en ambos grupos: un pico positivo parietal temprano a los 183ms interpretado como un índice de la carga en memoria de trabajo, un segundo pico positivo a los 320ms que probablemente represente un análogo de P300, seguido de un componente negativo a los 500ms posiblemente asociado al proceso de preparación motora. Además, se observó un componente diferencia en región fronto-central, con pico positivo máximo a los 760ms que se interpretó como posiblemente asociado al nivel de dificultad de la tarea. Los resultados conductuales y electrofisiológicos nos conducen a la conclusión de que los niños con TAL parecen emplear diferentes estrategias cognoscitivas respecto a un grupo control, probablemente como mecanismo adaptativo para compensar una afectación del Ejecutivo Central.

## ABSTRACT

---

Three inverse serial digit detection tasks were evaluated with event-related potentials (ERPs) in fifteen male, normal IQ', right-handed 11-year-old reading disabled children (RD) and a control group (CG), to determine how the increase of perceptual or memory demands could modify detection processing. Neuropsychological examination tasks showed that RD children had statistically significant slower reaction times on CPT; low color-word interference effect in the Stroop test, lower forward and backward digit span, as well as lower word-retention and higher response times in a verbal learning task. Difference-ERPs (dERPs; target minus non-target condition) showed three significant components in both groups: one earlier positive parietal peak at 183ms interpreted as an index of working memory load; a same landscape and polarity 320ms peak which probably represents a P3 analogous and a subsequent negative polarity component (500ms) possibly involved with motor preparation. A fourth difference-component was a fronto-central positive peak with maximum at 760 ms, interpreted as probably related to task difficulty. Components in RD group were weakened and the former positive peak was frontally located, with an earlier fronto-central positive shift in task with higher memory demand. Behavioral and electrophysiological results lead us to the conclusion that RD children seems to assume different cognitive strategies with respect to normal children, probably as an adaptive route to solve a Central Executive failure.

# INTRODUCCIÓN

---

Los niños con Trastornos en el Aprendizaje constituyen un grupo muy heterogéneo en el que se incluyen niños que no pueden aprender con la misma facilidad que sus coetáneos en el ámbito escolar. Se han asignado múltiples denominaciones para referirse a este grupo: niños con dificultades escolares, disléxicos, disgráficos, discalculicos, con disfunción cerebral mínima o lento aprendizaje, entre otros. Esta multiplicidad de nombres, alude a la heterogeneidad tanto de las características individuales de los sujetos, como a las posibles interpretaciones de este trastorno. No existe aún un acuerdo entre los profesionales que laboran en este campo, en cuanto a la evaluación, diagnóstico o abordaje de este fenómeno esencialmente educativo.

El reconocimiento e investigación de las dificultades para el aprendizaje en la infancia adopta por lo general diseños relacionados a las concepciones académicas de los diferentes autores. Ninguno de los modelos existentes parece negar la confluencia de varios elementos en la manifestación de los problemas de aprendizaje, aunque cada uno de ellos enfatiza un aspecto particular: ya sea la relación cerebro-conducta, como es el caso de la perspectiva neuropsicológica, la organización de la cognición (teorías constructivistas) o los enfoques ecológicos para los que la interrelación de los factores considerados por las otras teorías como el contexto político, educativo o social es crucial.

Se ha reportado que hasta un 18 % de los niños mexicanos en edad escolar presenta problemas de aprendizaje, aunque en nuestro país, a este respecto, las estadísticas resultan imprecisas y generalmente parten de definiciones poco claras (Acle y Olmos, 1995) .

El DSM-IV (1995) define a los trastornos de aprendizaje como "trastornos que se caracterizan por un rendimiento escolar sustancialmente por debajo de lo esperado de acuerdo con la edad cronológica del sujeto, la medición de su inteligencia y una enseñanza apropiada a su edad. Los trastornos específicos incluidos en este apartado son trastornos de la lectura, trastornos del cálculo, trastornos de la expresión escrita y trastornos del aprendizaje no especificados".

Los niños con un trastorno en el aprendizaje de la lectura presentan dificultades en el desarrollo de las habilidades lingüísticas a nivel fonológico, morfológico, sintáctico y semántico. Se han demostrado además alteraciones en otros procesos relacionados con la lectura como la velocidad de denominación, el desarrollo de estrategias cognoscitivas y en procesos de memoria, en particular aquellos identificados como de memoria de trabajo.

La Memoria de Trabajo es un sistema de procesamiento cognoscitivo que involucra el sostenimiento activo y la manipulación simultáneos de información. Parece tener una

relación estrecha con la conciencia fonológica, que se considera íntimamente vinculada al aprendizaje de la lectura.

Se ha reportado que el proceso de categorización fonológica genera una elevada demanda de recursos de memoria de trabajo (Oakhill y Kyle, 2000), por lo que la disponibilidad dinámica de estos recursos podría ser crucial para la lectura, en particular durante el proceso del aprendizaje lector.

En un estudio previo realizado por nuestro grupo (González Garrido y cols., 2001) se identificaron en niños normales, cambios electrocerebrales vinculados con la carga de información en Memoria de Trabajo, utilizando tareas con diferentes niveles de demanda perceptual y de memoria. La técnica empleada en este estudio fueron los Potenciales Relacionados con Eventos (PREs), cuya ventaja principal es su alta resolución temporal.

Con base en los resultados mencionados, consideramos de importancia explorar la ejecución de estas tareas de memoria de trabajo en niños con trastornos en el aprendizaje de la lectura, con objeto de determinar la relación entre estos dos aspectos, así como las diferencias funcionales de procesamiento con respecto a un grupo control.

# ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.

---

## TRASTORNOS EN EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA.

Hace ya más de 30 años la Federación Mundial de Neurología definió a la dislexia específica del desarrollo como "un trastorno manifestado por dificultad en el aprendizaje de la lectura independientemente de la instrucción convencional, inteligencia adecuada y oportunidades socioculturales". En la actualidad también se usa el término de "dislexia del desarrollo" para referirse a los trastornos en el aprendizaje de la lectura (TAL) y un número importante de autores coincide en señalar que al trastorno en el aprendizaje de la lectura le subyacen alteraciones en el desarrollo del lenguaje (Denkla, 1979; Bishop y Adams, 1990; Scarborough, 1990; Stanovich, 1994). La IRA (*International Reading Association*) señala que "la dislexia es una forma rara pero diagnosticable de retraso primario en la lectura ligada a algún tipo de disfunción del sistema nervioso central. Este trastorno no es atribuible a ningún tipo de causa ambiental ni a otra condición incapacitante" (en Matute, 2001).

### Estimaciones de prevalencia

Algunos estudios han citado estimaciones de prevalencia tan altas como de un 10 a un 16% en Estados Unidos y Canadá. Estos estimados al parecer incluyen casos de dislexia en coexistencia con otros desórdenes del desarrollo. Tal vez el estimado epidemiológico más preciso de las dificultades específicas para la lectura sea el informe de un estudio en la Isla de *Wight* conducido por Rutter y Yule (Rutter y Yule, 1975), donde poco menos del 4% de sus sujetos fueron clasificados con dificultades específicas de la lectura.

Se sabe que la dislexia ocurre más frecuentemente en algunas culturas y lenguas que en otras. Estudios en Francia, por ejemplo, ubican la prevalencia de la dislexia en un 10%, similar a la de las estimaciones norteamericanas. En contraste, los desórdenes disléxicos en Japón se estima que afectan sólo al 1% de la población. Algunas de estas variaciones translingüísticas se han atribuido a diferencias en la regularidad con la cual las letras y los sonidos están relacionados en las diferentes lenguas. Los TAL ocurren además, con mayor frecuencia en hombres que en mujeres; se ha estimado que de 2 a 5 hombres por cada mujer lo presentan (DeFries, 1989; Flannery y cols., 2000).

### Bases Neurofisiológicas de los TAL

Las bases etiológicas de los TAL han sido buscadas en diferentes áreas, incluyendo aspectos de transmisión genética (Pennington, 1989; Plomin, 2001; Grigorenko y cols., 2001), de alteraciones y diferencias neuroanatómicas (Kirk y Gallagher, 1989;



Galaburda, 1989, 1994; Filipek, 1995) y de procesos neurofisiológicos. Es en este último aspecto en el cual se inscribe el presente trabajo.

Diversos estudios han mostrado anomalías en la actividad electroencefálica de los niños con TAL. Se sabe, por ejemplo, que una gran proporción de los niños con trastornos en el aprendizaje presenta actividad paroxística en su EEG (Harmony, 1989; González-Garrido, 1993). Harmony y cols. (1990), estudiando niños con dificultades en la lectura encontraron mayor actividad Delta en el EEG en áreas temporal y frontal izquierda, lo que fue interpretado como probable reflejo de disfunción cerebral de esas regiones involucradas en los procesos de lectura y escritura; así mismo se encontró en esos sujetos una menor potencia relativa de Alfa. Dado que la actividad Delta tiende a disminuir con la edad, mientras que la actividad Alfa se incrementa, se presume que los niños con dificultades en la lectura tienen una "laguna maduracional" con respecto a los sujetos normales (Harmony y cols., 1995).

Adicionalmente se ha reportado que la lateralización de procesos cognoscitivos es diferente en los sujetos con trastornos en el aprendizaje; por ejemplo, Mattson y cols. (1992) encontraron que individuos con trastornos de la lectura generaban proporcionalmente menos actividad de 40 Hz en el hemisferio izquierdo que los sujetos controles cuando realizaban tareas verbales y que los sujetos con trastornos del cálculo generaban proporcionalmente menos actividad en esa banda en el hemisferio derecho, que los sujetos controles durante tareas no-verbales. Por otra parte, investigaciones recientes han señalado que una ineficiente comunicación interhemisférica a través del cuerpo caloso puede ser un factor asociado con algunas formas de dislexia. Markee y cols. (1996) encontraron que los niños disléxicos presentaban tiempos de transferencia interhemisférica más largos en los potenciales evocados visuales que los sujetos controles. Otros estudios de potenciales evocados han señalado que la habilidad para la discriminación de cambios rápidos en el lenguaje hablado podría, en algunos casos, tener su origen en la vía auditiva, aun antes de la percepción consciente del estímulo (Kraus y cols., 1996).

Se han reportado patrones diferenciales de activación asociados con la decodificación fonológica en niños con TAL y controles usando resonancia magnética funcional. Los sujetos disléxicos presentaron una activación reducida en áreas temporoparietales del hemisferio izquierdo y mayor activación en regiones homotópicas del hemisferio derecho (Simos y cols., 2000). También se han observado patrones de relativa baja activación en regiones posteriores, en contraste con sobreactivación de regiones anteriores en tareas con demanda creciente de análisis fonológico en sujetos con dificultades lectoras (Shaywitz y cols., 1998). Estos hallazgos parecen indicar patrones aberrantes de conectividad funcional entre áreas normalmente involucradas en el proceso de la lectura.

Por otra parte, el estudio de las alteraciones conductuales que presentan los niños con dificultades lectoras ha sido influido por las diferentes concepciones teóricas de los investigadores. La perspectiva psicolingüística, por ejemplo, ha estado orientada hacia

el estudio de las características del déficit lector y la creación de modelos para entender el proceso de la lectura, otros autores en cambio, han hecho mayor énfasis en el estudio de las alteraciones que presentan los niños con TAL en procesos cognoscitivos no específicamente lectores como la percepción visual, la atención y la memoria, entre otros.

El interés del presente trabajo se centra en la exploración de la Memoria de Trabajo (MT), a la que consideramos estrechamente vinculada con el desarrollo del proceso lector, por lo que a continuación señalamos los hallazgos más relevantes relacionados con alteraciones en la MT y en otros procesos cognoscitivos que contribuyen, desde nuestro punto de vista, a las alteraciones en el desarrollo de dicho proceso.

## La Memoria de Trabajo y otros procesos cognoscitivos asociados con los Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura.

La heterogeneidad de los rasgos conductuales que presentan los niños con TAL no se circunscribe únicamente al proceso lector, sino que abarca otros procesos cognoscitivos. Sin embargo, la investigación en los últimos años ha sido consistente en mostrar que los niños con TAL presentan alteraciones en la memoria de trabajo, en el desarrollo de estrategias cognoscitivas y en las funciones ejecutivas, además de dificultades más estrechamente relacionadas con el proceso lector, como la conciencia fonológica y la velocidad de denominación. Se describen a continuación cada uno de estos aspectos, por considerarlos de crucial importancia para el presente trabajo.

### **Memoria de Trabajo.**

El término de Memoria de Trabajo (MT) fue propuesto inicialmente por Baddeley y Hitch (1974) para explicar la ejecución de tareas en las cuales los sujetos deben, al mismo tiempo, retener información y además realizar alguna operación o tomar una decisión con base en ella. Estos autores propusieron un modelo que propone la existencia de un controlador atencional denominado *ejecutivo central*, y dos sistemas "esclavos": uno *fonológico*, que mantiene la base hablada de la información, y otro *visoespacial*, que es capaz de procesar información de dicha modalidad. Baddeley argumenta que la capacidad de integrar información sensorial de diferentes vías requiere de alguna forma de memoria de trabajo, particularmente si se pretende adquirir información acerca del objeto percibido. La Memoria de Trabajo sería entonces necesaria para la ejecución de tareas cognoscitivas complejas como la comprensión del lenguaje, el aprendizaje y el razonamiento (Baddeley, 1992; Goldman-Rakic, 1992; Daneman y Carpenter, 1980).

Se han propuesto múltiples modelos para explicar la naturaleza de MT. No obstante los diferentes puntos de vista, el mayor consenso parece generarse en torno a la importancia funcional de MT y su relación indisoluble con otros procesos atentos y de memoria (ver Miyake y Shah, 1999 para revisión).

Existe el acuerdo de que varias áreas cerebrales, incluyendo la corteza prefrontal, interactúan a través de complejos sistemas de circuitos neurales para producir el fenómeno de la MT, por lo que no existe un sitio o “caja” específica en el cerebro especializada para el almacenamiento temporal de la información.

La MT más que un “memorizador”, designa un proceso activo que está al servicio de actividades cognoscitivas complejas como el procesamiento visoespacial o del lenguaje, el razonamiento, la solución de problemas y la toma de decisiones. La memoria de trabajo está relacionada con el “control” y la “regulación” de los procesos cognoscitivos, para algunos a través de un “Sistema Ejecutivo Central” (Baddeley, 1998), para otros “Controlador Atencional” (Engle, 1996), y aunque otros modelos no incluyen de manera específica mecanismos de control, de la interacción dinámica de los elementos o componentes de los modelos de MT se desprenden también esquemas de control y regulación. Kieras y cols., (1999) por ejemplo, proponen que las estrategias son un componente central de los procesos de control ejecutivo.

Se han reportado numerosas evidencias experimentales sobre la capacidad limitada que posee la MT para procesar información. Asimismo, la mayoría de los modelos concuerdan en que MT no es unitaria, sino que está compuesta por subsistemas o módulos de dominio específico como lo propone el modelo descrito de Baddeley y Hitch. El debate se centra ahora en especificar la extensión con la cual esos factores de dominio específico contribuyen a restringir la ejecución en MT.

Finalmente, existe el consenso de que la memoria a largo plazo y las habilidades generales tienen un papel integral en la ejecución de la memoria de trabajo y que ésta no puede ser entendida sin dichos factores.

En resumen, el concepto Memoria de Trabajo, se refiere a un sistema involucrado en el procesamiento de información, compuesto por diferentes subsistemas de dominio específico, que comprende procesos de control, regulación y mantenimiento activo de la información relevante para la ejecución de tareas novedosas o complejas.

Mesulam (2000) señala que a través de la MT las representaciones de múltiples eventos externos y fenómenos internos pueden manipularse concurrente e interactivamente de manera que el foco de atención pueda moverse de uno a otro. El incremento resultante en el número de factores y variables que pueden ser aprehendidos simultáneamente podría ser esencial para la disociación entre *apariciencia* y *significado*, para adaptarse a cambios en el contexto, cambiar de un “patrón mental” a otro, asumir múltiples perspectivas y comparar potenciales resultados de un plan.

Por otra parte, algunos autores han señalado que existe una relación entre los trastornos en el aprendizaje de la lectura y deficiencias en la Memoria de Trabajo (Siegel y Ryan, 1989; Swanson, 1994; Denckla, 1996; Jong, 1998; Chiappe y cols., 2000).

Si asumimos que la conciencia fonológica es la habilidad de manipular los sonidos del lenguaje, requerirá por lo tanto de la participación de una modalidad específica de la memoria de trabajo para el análisis y la síntesis de sílabas o palabras. Si la conciencia fonológica es importante para la adquisición de habilidades lectoras, el papel de la Memoria de Trabajo podría ser determinante para la adquisición de este proceso.

### ***Conciencia Fonológica.***

La conciencia fonológica es uno de los aspectos más estudiados recientemente en relación con los TAL, y sus alteraciones constituyen un déficit lingüístico característico de este trastorno. Es definida como el acceso consciente al nivel fonémico del lenguaje y algunas habilidades para manipular cognoscitivamente representaciones a este nivel (Stanovich, 1986). Aprender a leer requiere una conciencia de que las palabras habladas pueden ser descompuestas en los constituyentes fonéticos que representan los caracteres alfabéticos, esta conciencia permite a los lectores conectar series de letras (ortografía) a las unidades del lenguaje que representan (constituyentes fonológicos). No es sorprendente por tanto, que la lectura de palabras sin sentido o no-palabras sea una de las medidas más sensibles de las dificultades lectoras (Stanovich y Siegel, 1994; Fletcher y cols., 1994). Un cierto grado de conciencia fonológica y una habilidad para segmentar y ensamblar sonidos individuales del lenguaje son considerados prerequisites para el aprendizaje de la correspondencia grafema-fonema (letra-sonido) y la adquisición de un código alfabético (Snowling y Hulme, 1994; Lovett, 2000).

Se ha reportado una consistente relación entre la presencia de déficits en la conciencia fonológica y Memoria de Trabajo en sujetos con dificultades lectoras y alteraciones del lenguaje (Leather y Henry, 1994; Gottardo, Stanovich y Siegel, 1996; Webster y cols., 1997; Oakhill y Kyle, 2000).

Las tareas más comúnmente utilizadas para evaluar la conciencia fonológica son las que involucran la segmentación, ensamble, sustitución, supresión y aislamiento de fonemas, así como la categorización de sonidos del lenguaje. Algunas de estas tareas se han explorado en comparación a la ejecución de la lectura y escritura de no-palabras, éstas últimas también consideradas como una medida de la memoria de trabajo fonológica (Montgomery, 1995).

En los últimos años, diversos investigadores han reportado la utilidad de la aplicación de programas de entrenamiento en niños con trastornos en el aprendizaje de la lectura (Vellutino y Scanlon, 1987; Roth y Beck, 1987; Lovett, 1991; Lovett y cols, 1994; Olson y Wise, 1992; Lemoine, Levy y Hutchinson, 1993). Algunos de estos reportes son estimulantes ya que demuestran que los niños con TAL pueden ser capaces de beneficiarse de determinadas formas de entrenamiento, principalmente en las habilidades relacionadas con la conciencia fonológica (National Reading Panel, 2000).

***Velocidad de denominación.***

Los niños con dificultades en la lectura tienen también problemas con la recuperación y el acceso rápido de nombres de material presentado visualmente. (Wolf y Obregón, 1992). Este déficit en la velocidad de denominación visual parece caracterizar a los

lectores con TAL desde la edad preescolar hasta la adultez y se ha sugerido como factor causal en el fracaso para adquirir la habilidad para una rápida identificación de palabras fuera de un contexto (Bowers y Wolf, 1993). Las dificultades para la velocidad de denominación parecen estar asociadas con la edad. Se ha descrito que los niños más pequeños presentan dificultades para la denominación rápida de colores, letras, números y objetos, mientras que los mayores presentan sólo dificultades con la denominación de letras y números. (Semrud-Clikeman, Griffin y Hynd, 2000).

La velocidad para la denominación se ha considerado como un factor predictivo de las dificultades lectoras. Algunos autores han señalado que no es el conocimiento de los nombres en sí mismo lo que le da el valor predictivo a la velocidad de denominación sino más bien la automatización para la recuperación de los nombres (Meyes y cols., 1998).

***Desarrollo de Estrategias Cognoscitivas.***

El patrón de adquisición de la lectura de los niños con TAL refleja dificultades básicas en la transferencia del aprendizaje durante el curso de programas de rehabilitación. Los fallos para transferir el aprendizaje de la lectura pudieran estar exacerbados por dificultades más generales en el dominio metacognoscitivo. La habilidad para identificar palabras nuevas parece depender de varios factores: de habilidades de procesamiento fonológico apropiadas a la edad, de la consolidación del conocimiento de las relaciones letra-sonido, de estrategias efectivas y flexibles para la identificación de palabras y de la habilidad de los niños para desplegar alguna clase de control metacognoscitivo sobre los procesos de decodificación (Lovett, 2000).

Los niños con TAL han sido caracterizados como deficientes en el uso de estas estrategias cognoscitivas (Kavale, 1980; Paris y Oka, 1989). Independientemente de las limitaciones en la conciencia fonológica y los conocimientos en las relaciones letra-sonido, los lectores deficientes no usan de manera adecuada lo que saben para decodificar lo que no saben (Gaskins y cols., 1988). El fallo de los niños con TAL en el uso de estrategias autorregulatorias, como el automonitoreo y la autocorrección del producto de sus esfuerzos, ha llevado a algunos autores a sugerir la existencia de una disfunción de los lóbulos frontales (Levin, 1990). La adquisición de estrategias, su aplicación y el monitoreo son esenciales para que cualquier aprendizaje se extienda más allá de lo que ha sido específicamente aprendido por lo que el uso de estrategias y conocimientos metacognoscitivos son críticos para alcanzar la transferencia del aprendizaje en diversos dominios de funcionamiento (Lovett y cols., 1994; Meltzer, 1994; Harris y cols., 1992), particularmente en un proceso complejo como la lectura.

## **Funciones Ejecutivas**

En general, las funciones ejecutivas comprenden un amplio rango de habilidades cognitivas entre las que se incluyen el razonamiento, la solución de problemas, la inhibición de impulsos, la planeación, la flexibilidad de pensamiento, el desarrollo de estrategias cognitivas y la memoria de trabajo, entre otras.

Las funciones ejecutivas han sido vinculadas íntimamente al estado funcional de los lóbulos frontales, principalmente de la corteza prefrontal. Mesulam (2000), considera a la corteza prefrontal como un sitio de confluencia de dos ejes funcionales: uno para la memoria de trabajo-función ejecutiva-atención (con epicentros transmodales en corteza prefrontal y parietal posterior), y otro para el comportamiento (con epicentro transmodal en corteza prefrontal y orbitofrontal paralímbica), considera que la cabeza del núcleo caudado y el núcleo mediodorsal del tálamo son componentes subcorticales críticos para ambos ejes funcionales. La corteza prefrontal es heterogénea con respecto a su estructura, conectividad y fisiología, por lo que no hay una única descripción sobre sus múltiples relaciones conductuales, tiene una alta densidad de interconexiones con casi todos los otros sectores heteromodal, unimodal, paralímbico y límbico. A través de esas conexiones ampliamente distribuidas podría estar en posición de activar una determinada red, suprimir otra y orquestar la interacción entre redes. La corteza prefrontal puede tener un papel importante en la inhibición de impulsos inapropiados dentro de un contexto y permitir que un estímulo pueda ser desenganchado de su respuesta acostumbrada para que escenarios alternativos puedan ser desplegados internamente de modo tal que se promueva la flexibilidad, previsión y planeación.

Los fallos en las funciones ejecutivas parecen reflejar dificultades en la manipulación de información existente, más que un fallo en la percepción, el reconocimiento, la denominación o el recuerdo. Muchas funciones cognitivas coordinadas por la corteza prefrontal, incluyendo la memoria de trabajo, requieren de cambios rápidos y reversibles del foco de atención entre eventos sensoriales externos y representaciones mentales internas.

La exploración de las funciones ejecutivas ha incluido un gran número de tareas: la prueba de Sorteado de Cartas (WCST), la cual es sensible a la presencia de errores de tipo perseverativo; tareas de planeación y secuenciación, como la Torre de Londres o la Torre de Hanoi; tareas de fluidez verbal; tareas de memoria dentro de un contexto espaciotemporal; tareas de inhibición de impulsos del tipo “go-no go”; tareas de aprendizaje condicional asociativo y la prueba de Stroop, entre muchas otras.

La prueba de Colores y Palabras de Stroop, es de particular interés en el presente trabajo dando que evalúa las funciones de los lóbulos frontales, presumiblemente deficientes en sujetos con Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura, demanda también operaciones de denominación y lectura, por lo que es sensible a trastornos de las funciones verbales que se consideran correlatos importantes de las dificultades lectoras.

Esta prueba evalúa la capacidad de conservación de un patrón de comportamiento a pesar de la interferencia de factores contextuales. Stroop (1935) reportó que sujetos normales pueden leer nombres de colores presentados en tinta de color, tan rápido como cuando los nombres se presentan en tinta negra. Sin embargo, el tiempo para completar la tarea se incrementa significativamente cuando los sujetos deben nombrar el color de la tinta en lugar de leer la palabra. A esta disminución en la velocidad para nombrar el color le llamó “efecto de interferencia” de las palabras sobre el color (Golden, 1978).

Se ha postulado que diferentes procesos psicológicos subyacen a la ejecución de la Prueba de Stroop: atención, flexibilidad cognoscitiva, resistencia a la interferencia de estímulos irrelevantes al procesamiento en turno, habilidad para manejar el estrés cognoscitivo y memoria a corto plazo entre otros (Johnston y Venables, 1982; Houghton y cols., 1999; Carter y cols., 2000, Helland y Asbjornsen, 2000).

En resumen, el aprendizaje de la lectura es un proceso complejo que involucra procesos básicos para la discriminación de los sonidos del lenguaje, habilidad para la manipulación consciente de representaciones fonémicas en memoria de trabajo, desarrollo de estrategias cognoscitivas flexibles para la identificación rápida de palabras y para desplegar alguna clase de control metacognoscitivo sobre los procesos de decodificación que permitan transferir el aprendizaje de material aprendido a elementos novedosos. Se propone por tanto que la memoria de trabajo es un proceso que subyace a la conciencia fonológica y, en consecuencia, influye en el aprendizaje adecuado de la lectura.

Dado que el presente estudio explora los trastornos en el aprendizaje de la lectura a través de los potenciales relacionados a eventos (PREs) durante la realización de tareas de MT, se aborda este tema con mayor detalle a continuación.

## **POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS.**

Se considera que los procesos involucrados en la MT pueden operar en una escala temporal del orden de las fracciones de segundo. Dada su alta resolución temporal, el registro y medición de la actividad eléctrica cerebral, en especial los potenciales relacionados a eventos, pueden ser aplicados a su estudio, particularmente aquellos presentes como respuesta a los estímulos de paradigmas cognoscitivos especialmente diseñados como tareas de MT (Gevins y Cutillo 1993).

Los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs), constituyen una serie de picos o componentes de voltaje, que se encuentran inmersos en el electroencefalograma, en relación temporal específica con determinados eventos sensoriales, motores o cognoscitivos.

Son potenciales de campo que devienen de la actividad sincronizada de poblaciones neurales relacionadas al procesamiento de la información en cuestión. Donchin y Coles (1988) definieron un componente, como un conjunto de cambios de potencial que pueden estar relacionados funcionalmente con una variable o con la combinación de algunas variables experimentales. El punto esencial, es que se asume la existencia de un componente, sólo si se demuestra que este varía sistemáticamente en función de alguna variable independiente.

### **Clasificación de los PREs**

- *Exógenos vs Endógenos:* Los PREs exógenos resultan muy vinculados a las características físicas de la estimulación, tienen latencia más corta y son relativamente independientes del estado de conciencia del individuo. Los endógenos mientras tanto, se relacionan estrechamente con las demandas de procesamiento de información de las tareas, el significado del estímulo y el estado de conciencia del sujeto.
- *Evocados vs Emitidos:* Los primeros se desencadenan en respuesta a un estímulo físico, y los emitidos ocurren en ausencia de este, durante la preparación de un acto motor o con relación a un acto cognoscitivo o perceptual. Los PREs evocados pueden ser tanto exógenos como endógenos mientras los emitidos son casi siempre endógenos.
- *Transientes vs Sostenidos:* Los PREs transientes se originan por el cambio en la estimulación y los sostenidos por la continuidad del estímulo.

Con relación a la nomenclatura, se han diseñado varias formas de denominar los PREs. El procedimiento más común es el de nombrar los picos y valles de los potenciales de acuerdo a sus latencias y polaridades, aunque también en referencia a su distribución topográfica, la localización de fuentes generadoras, así como la función probable del pico en cuestión. El componente P300 por ejemplo, resulta una deflexión *positiva* de voltaje que ocurre sobre los 300 milisegundos posteriores al estímulo desencadenante, mientras que la CNV (*variación contingente negativa* u *onda expectancia*), refleja un cambio negativo sostenido de preparación o anticipación a la emisión de una respuesta motora, detección de señal, presentación de un estímulo informativo o incluso a la toma de una decisión cognoscitiva (Hillyard y Picton 1989).

Teniendo en cuenta las polaridades, los sitios de localización preferente y su relación con el procesamiento cognoscitivo, en una tarea con presentación de una secuencia de estímulos auditivos por ejemplo, se podrían distinguir los potenciales P1, N1, P2 (componentes de vértex relacionados a las características físicas del estímulo), Nd, N2, P300 y SW (componentes endógenos relacionados a la tarea).



Los PREs se han asociado con el procesamiento cognoscitivo y en particular con el estudio de la estructura interna de las secuencias del procesamiento de la información en sus distintas etapas. Al igual que el EEG, los PREs han sido evaluados en sujetos normales, sujetos portadores de patologías específicas, así como en modelos animales.

## PREs y Memoria de Trabajo

En diversos diseños experimentales en los que se requiere de la actualización del contexto en la memoria de trabajo se produce el componente P300. Las ondas positivas de los PREs que desarrollan su máximo pico alrededor de los 300ms ante tareas de discriminación simple de estímulos han probado ser un índice confiable de la actividad cognoscitiva endógena. Cuando los sujetos están activamente involucrados en tareas de detección o decisión, la amplitud y latencia de la P300 es afectada por factores como la novedad, la relevancia o la discriminabilidad de los estímulos (como es el caso del paradigma *odd-ball*). En general, existe el consenso de que la amplitud de la P300 es un buen índice del esfuerzo atencional invertido en la tarea de decisión y que la latencia del pico de mayor amplitud es un buen índice de la velocidad del procesamiento de evaluación del estímulo (Pritchard, 1981).

En el paradigma de Sternberg (Barnea y cols. 1994; Pelosi y cols. 1995), por ejemplo, se le pide al sujeto que recuerde un conjunto de números (2, 4 o 6 dígitos) presentados secuencialmente y luego se le presenta un dígito-prueba ante el que debe responder si pertenece al conjunto anterior. Pratt y cols., (1989) hallaron un incremento lineal de la latencia del componente P300 relacionado con el aumento en el tamaño del conjunto. Esto les permitió inferir que dicho componente, reflejaba el acceso y búsqueda en memoria a corto plazo, la cual resultaba exhaustiva. Concluyeron entonces que la P300 registrada en la tarea de Sternberg se asocia a la búsqueda en memoria a corto plazo mientras que la que aparece en las tareas “*odd-ball*” puede estar relacionada con la actualización del ambiente propuesta por Donchin y Coles.

La idea de que los potenciales relacionados a eventos podían caracterizar exhaustivamente los distintos pasos en el proceso de búsqueda “*en serie*” en la memoria a corto plazo (Sternberg 1966), ha sido puesta en duda recientemente. Kotchoubey y colaboradores (1996), usando números como estímulos, encontraron una negatividad fronto-central seguida de un potencial positivo parietal sobre los 400 ms (P400). Las variaciones de amplitud y latencia de ambos componentes se relacionaron al tamaño del conjunto en memoria en las condiciones de “*menor carga*”, observándose una discrepancia en cuanto a los resultados de los tiempos de reacción cuando esta carga era mayor.

La obtención de potenciales diferencia (onda diferencia) se ha convertido en un procedimiento metodológico usual para el examen de diferencias electrofisiológicas originadas por la manipulación experimental de una variable o condición de procesamiento de la información. Habitualmente consiste en la representación de la

resta aritmética de dos respuestas electrofisiológicas (PREs) correspondientes a estados de procesamiento "basal", a las diferencias entre una condición "basal" y una "activa", o incluso entre dos condiciones "activas" de procesamiento.

Honda y colaboradores (1996), estudiaron un paradigma de asociación de pares de figuras y hallaron dos componentes de los PREs en las ondas diferencia, aparentemente relacionados con la memoria: un componente positivo posterior entre 390 y 1100 ms después de la presentación de S1; y una negatividad frontal sostenida que comenzaba sobre los 1100 ms después de S1 y terminaba justo antes de la presentación de S2. Ambos componentes predominaron sobre el lado izquierdo. Postularon que el primero podría reflejar el proceso de recuperación desde la memoria asociativa y el segundo la retención de información en memoria de trabajo. Kiss y cols. (1998), registraron por su parte, los PREs visuales durante la realización de tareas de MT, con actualización dinámica de los almacenes de memoria. Al analizar los componentes diferencia de estos potenciales, concluyen la posible existencia de procesos de control relacionados a la reducción de la interferencia proactiva (función atribuida al *Ejecutivo Central*).

También han sido estudiados los PREs en sujetos epilépticos durante la ejecución de tareas de memoria de trabajo. Grippo y colaboradores (1996) reportaron una reducción en la amplitud del componente N170, retraso y atenuación del componente N290, así como un cambio positivo en el intervalo entre 262 y 315 ms, en pacientes con epilepsia del lóbulo temporal y bajos rendimientos conductuales en estas tareas.

## **PREs y Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura**

En niños con TAL se han estudiado los potenciales relacionados a eventos en una tarea de discriminación auditiva de dos tonos y se encontraron diferencias significativas en la latencia y amplitud del componente P300 en relación con niños normales, los niños con problemas de aprendizaje presentaban una amplitud significativamente menor, así como una latencia mayor (Frank, Seiden, y Napolitano, 1994 y 1998).

Se ha propuesto que los niños con dificultades en la lectura parecen tener menor capacidad para responder o atender a estímulos relevantes, estas diferencias podrían depender de las demandas de procesamiento de la tarea en sí misma. En comparación con controles normales, se ha encontrado que niños con dificultades lectoras tienen mayores latencias de la P300 en tarea de discriminación que involucraban estímulos alfabéticos, simbólicos o palabras con y sin sentido, pero no era así ante la presencia de estímulos visuales simples como letras (Taylor y Keenan, 1990). Igualmente los niños con dificultades lectoras presentan menores amplitudes de P300 solo en tareas de decisión lexical. Debido a que se piensa que la P300 refleja evaluación del estímulo y actualización en memoria (Donchin, 1979), Taylor y Keenan sugirieron que estos niños tenían dificultad en la clasificación y procesamiento en memoria de estímulos

visuales. No se presentaron evidencias de disfunción lateralizada ya que ambos grupos mostraron mayor amplitud izquierda que derecha.

Existen algunos estudios que no han mostrado diferencias en la ejecución conductual de sujetos con dificultades en la lectura y controles normales pero sí en los componentes de los PREs. Lovrich y cols.(1996), usando un paradigma de clasificación fonética y semántica de palabras habladas, encontraron que el procesamiento de rimas producía mayores diferencias entre grupos que el procesamiento semántico alrededor de los 480ms, con una distribución relativamente más negativa para los lectores afectados en los sitios centro-parietales. Sobre los 800ms, en ambas tareas de clasificación, los sujetos con dificultades lectoras mostraron una positividad tardía retardada en latencia y una mayor amplitud frontal que los lectores promedio. Señalan que la categorización de palabras habladas por su significado y sonido muestran correlatos más aberrantes en los niños con dificultades en la lectura, no obstante no encontrar diferencias conductuales entre grupos.

En general, existen pocos estudios que aborden los trastornos del aprendizaje desde el punto de vista electrofisiológico y principalmente su relación con la memoria de trabajo. En un estudio previo, González-Garrido y cols.(2001) exploraron los PREs en niños normales, durante la ejecución de tareas de memoria de trabajo con incremento diferencial en las demandas de recursos de memoria o atencivo-perceptuales, y describieron un componente positivo diferencia temprano (alrededor de los 165ms) asociado a la carga de memoria y su disociación de otro componente lento más tardío (P3d) aparentemente vinculado al cierre perceptual de la tarea. Esto nos llevó a plantear la pregunta de qué sucede con la morfología de estos componentes en niños con trastornos de aprendizaje, que se sabe en general, presentan déficits en memoria de trabajo.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

Los Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura (TAL) constituyen un conjunto complejo de problemas cuyas manifestaciones clínicas, emocionales y de adaptación social, van más allá de una simple disminución en el rendimiento académico. Este tipo de trastornos es causa importante de deserción escolar así como de múltiples dificultades en el manejo familiar, escolar y social. Se ha planteado que el agente causal de estos trastornos es una disfunción del Sistema Nervioso Central que incide sobre el procesamiento de la información.

La Memoria de Trabajo (MT) involucra el mantenimiento y la transformación simultánea de la información y resulta crucial para la ejecución de un amplio rango de actividades cognitivas complejas como la lectura. Tanto la MT como la conciencia fonológica (que en alguna medida representa la habilidad para manipular los sonidos del lenguaje), se han reportado como deficientes en niños con TAL.

Se requiere una adecuada memoria de trabajo de modalidad específica (fonológica) para realizar el análisis y síntesis de los fonemas que integran las palabras para alcanzar un aprendizaje exitoso del proceso lector. Siguiendo esta lógica, y conociendo la limitada capacidad de MT expresada por su sensibilidad a manipulaciones en la "carga de memoria", cabría esperar que un trastorno de MT podría afectar este procesamiento y por ende conducir a un fallo en el aprendizaje de la lectura.

Aún en el reconocimiento de la multiplicidad de factores potencialmente involucrados en la génesis de los trastornos en el aprendizaje de la lectura, el estudio de MT en niños con este tipo de problemas, contribuiría a evidenciar la relación funcional entre ambos procesos.

La alta resolución temporal de los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs), ha favorecido su uso en la caracterización de los procesos de MT. La reciente descripción de componentes diferenciales que parecen demostrar cambios relacionados a la actualización en MT así como las evidencias de dificultades en la MT de niños con TAL, apoyan el interés por estudiar los PREs en niños con este trastorno durante la ejecución de tareas con carga diferencial de memoria.

## HIPÓTESIS.

Existen diferencias en los tiempos de reacción o en los componentes de los PREs entre niños con trastornos en el aprendizaje de la lectura y niños normales, ante el incremento en la demanda de recursos de memoria de trabajo y de recursos atencional-perceptuales, durante la ejecución de tareas de memoria de trabajo viso-verbal.

## OBJETIVOS

---

### **GENERAL:**

- Evaluar el efecto de aumentar diferencialmente la demanda de recursos de memoria de trabajo en tareas viso-verbales de MT, sobre las respuestas conductuales (TR) y electrocerebrales (componentes de los PREs) de un grupo de niños con trastornos del aprendizaje de la lectura en comparación a un grupo control.

### **ESPECÍFICOS:**

- Describir las respuestas conductuales y electrocerebrales de un grupo de escolares de 8 años con trastornos en el aprendizaje de la lectura, al ejecutar tareas de MT viso-verbal.
- Determinar las modificaciones producidas por el aumento de la carga de memoria de trabajo o el aumento de la dificultad perceptual, sobre las respuestas conductuales y electrocerebrales de niños con TAL, al ejecutar tareas de memoria viso-verbal.
- Establecer las diferencias en la latencia y amplitud los componentes de los PREs o en su distribución topográfica, entre el grupo de niños con TAL y el grupo control, ante la ejecución de tareas viso-verbales de MT.
- Arribar a una hipótesis sobre la participación de la MT viso-verbal en procesos cognoscitivos complejos, que contribuya al estudio de los trastornos del aprendizaje de la lectura.

# METODOLOGÍA

---

## ***Sujetos***

### **Grupo Experimental**

Se seleccionó una muestra compuesta de 15 niños, varones, de 8 años de edad que se encontraban cursando el tercer grado de enseñanza regular y que cumplieron todos los criterios de inclusión.

### **Grupo Control**

Se seleccionó además un grupo control de 15 niños de igual edad, sexo y grado escolar que el grupo experimental, que cubrieron los criterios de inclusión del 1 al 7.

## ***Selección de la Muestra***

### **Criterios de Inclusión**

1. Participación voluntaria.
2. Ausencia de limitaciones sensoriales (no corregidas) o motoras detectadas por:
  - . Cuestionario "ad-hoc".
  - . Examen clínico-neurológico.
  - . Prueba de monitoreo rápido neurológico para detección de signos blandos (Quick neurological screening test).
3. Peso y talla adecuados a la edad (según curva de desarrollo poblacional).
4. Manualidad derecha (Test Annett, 1970).
5. Inteligencia normal (WISC-RM entre 100 y 140 puntos en el CI Total).
6. Nivel socio-económico medio o medio-alto (entre 15 y 27 puntos en la Escala de clasificación socio-económica de la Secretaría de Salud del Estado de Jalisco).
7. Ausencia de trastornos emocionales o hiperactividad detectados a través del Cuestionario para Padres de Conners en su versión corta (puntuación normalizada menor de 70 puntos en los factores: Psicossomático, Impulsivo-hiperactivo y Ansiedad).
8. Criterio escolar de trastornos en el aprendizaje de la lectura.
9. En comparación al Grupo Control, leer un número significativamente menor de palabras por minuto en un texto narrativo corto (Matute y Leal, 1996) y presentar una diferencia  $>2$  SD en al menos dos de las siguientes tareas:
  - a) Errores en la lectura del texto narrativo corto.
  - b) Número de unidades narrativas del texto recuperadas espontáneamente a través de la escritura.
  - c) Puntaje en un cuestionario de comprensión de la lectura del texto.
  - d) Lectura de una lista de 50 no-palabras.
  - e) Dictado de una lista de 50 no-palabras.

- f) Lectura de una lista de 50 palabras.
- g) Dictado de una lista de 50 palabras.

### **Criterios de Exclusión**

Tratamiento médico por cualquier causa, que provoque interacción funcional con el SNC y cuya administración alcance un periodo menor a 10 días antes de la fecha de evaluación conductual o registro electrofisiológico.

### **Evaluación para el cumplimiento de los criterios de inclusión**

Se realizó una entrevista con los padres de cada niño susceptible de integrar la muestra para solicitar su consentimiento por escrito, recabar la información sobre antecedentes de desarrollo, aplicar encuesta socioeconómica y Cuestionario para Padres de Conners (Apéndices 1-4). Se administraron en sesiones matutinas independientes para cada niño la prueba de Manualidad (Apéndice 5), el WISC-RM y las tareas lectoras (Apéndice 6). Un médico especialista evaluó el peso y talla de los menores, y realizó una exploración neurológica breve.

Adicionalmente a las pruebas ya mencionadas, se aplicaron a todos los niños 8 tareas de la Batería para el Diagnóstico Neuropsicológico Automatizado (DIANA, 1996) para explorar la relación de las dificultades en la lectura con tareas no-lectoras. La descripción de las tareas y los parámetros de estimulación usados se presenta en el Apéndice 7.

## *Material y Método*

### **Registro electrofisiológico**

Se realizó el registro digital (durante la realización simultánea de 3 tareas experimentales) en todas las derivaciones monopares del Sistema Internacional 10/20 modificado (1991), con referencia en mastoides cortocircuitadas y uso de electrodos Ag en un sistema MEDICID-03E. Filtros: entre 0.5 y 30 Hz. Puntos de caída: 6 dB por octava. Conversión A/D: 16 bits. Periodo de muestreo (PM): 4ms. Inclusión de 2 sitios de recogida monopolar dispuestos periorcularmente.

### **Tareas experimentales**

Para todos los casos, los sujetos ejecutaron las tareas en una sesión matutina, sentados en un sillón confortable a 60 cm de distancia de la pantalla de un monitor de CPU de 14", donde se dispuso de un punto de fijación central. Los estímulos consistieron en números de color blanco sobre fondo negro presentados en forma secuencial y disponiendo un ángulo visual de 0.80°. Se llevó a cabo un entrenamiento de 10 ensayos antes de la realización de cada tarea. El orden de presentación de las

tareas fue semialeatorizado. Las listas de estímulos fueron las mismas para todos los sujetos. Los parámetros de estimulación fueron iguales para las tres tareas experimentales: número de estímulos: 200; tiempo de presentación del estímulo: 200ms; intervalo interestímulo: 1800ms; tiempo máximo de reacción: 2000ms; tiempo de ejecución total  $\approx$  7 minutos.

### **Tarea 1. (Nivel base)**

**Ejecución continua con detección de una secuencia decreciente de dos dígitos (Ej: 6 5):** Los sujetos fueron instruidos para presionar una tecla con su índice derecho, lo más rápido posible, ante la aparición de un dígito (presentación infrecuente: relación 20/80  $\Leftrightarrow$  **estímulo blanco**) que correspondiera al número ordinal inferior respecto al dígito que le antecedió.

### **Tarea 2. (Incremento de la carga en memoria).**

**Ejecución continua con detección de una secuencia decreciente de tres dígitos (Ej: 6 5 4):** Se instruyó a los sujetos para presionar una tecla con su índice derecho, tan rápido como les fuera posible, inmediatamente después que apareciera el último dígito que completara una secuencia decreciente de tres números (presentación infrecuente: relación 20/80).

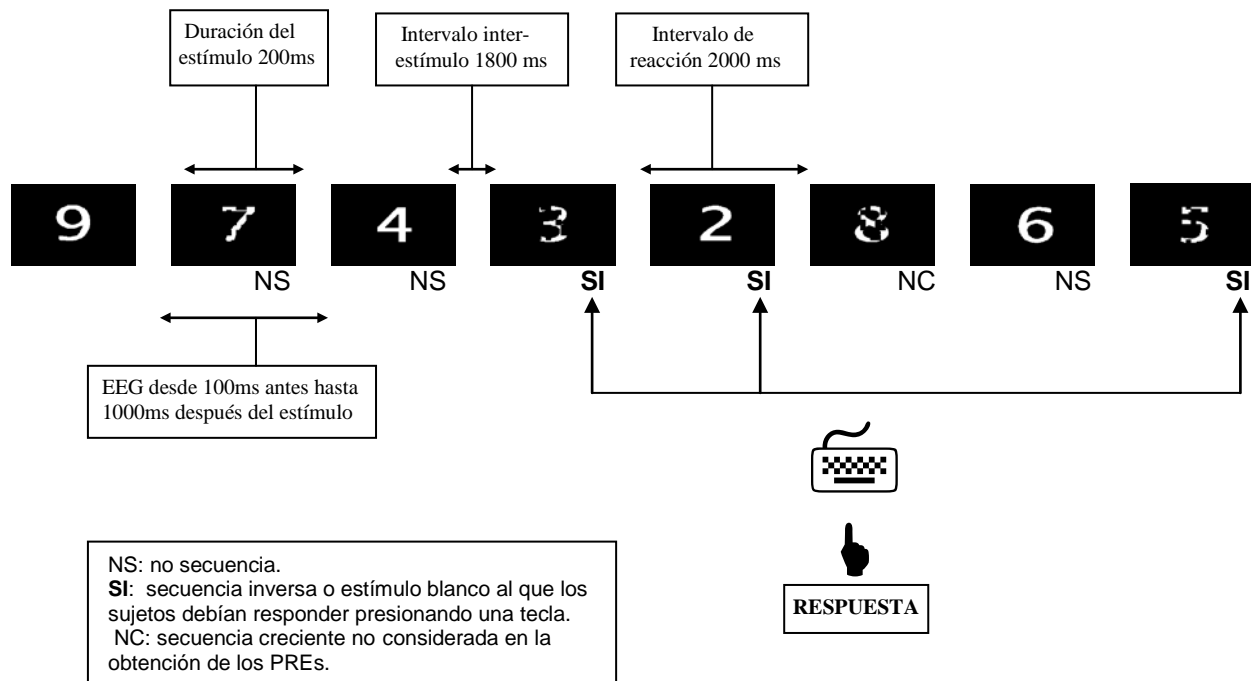
### **Tarea 3. (Incremento de carga atencivo-perceptual).**

**Ejecución continua con detección de una secuencia decreciente de dos dígitos, uno de ellos con degradación visual (Ej: 6 5):** Los sujetos fueron instruidos para presionar una tecla con su índice derecho, tan rápido como pudieran, ante la aparición de un dígito que correspondiera al número ordinal inferior respecto al dígito precedente. Básicamente esta tarea es similar a la 1, pero la mitad de los dígitos fueron presentados con cierto nivel de degradación de la imagen visual.

Se emplearon los mismos estímulos y parámetros de estimulación del estudio realizado por González-Garrido y cols. (2001) en sujetos normales, donde para producir la degradación de los estímulos en la Tarea 3, se delineó una rejilla de 54 escaques para cada estímulo (número en color blanco), posteriormente se realizó una degradación aleatoria en color negro del 30 % de estos escaques, este parámetro se definió a través de repetidos ensayos pilotos en 3 grupos de 4 niños de 11 años cada uno. Se midieron las respuestas conductuales en las 3 tareas propuestas, con ajustes sucesivos del nivel de degradación visual, la duración del estímulo y el intervalo interestímulo, hasta lograr la ausencia de diferencias significativas en el número de respuestas correctas entre T2 y T3, así como entre un 20 y un 30 % en el número total de errores para la ejecución de estas dos tareas. El propósito principal de González-Garrido y colaboradores fue tratar de igualar las demandas cognoscitivas para las tareas con mayor carga en memoria (T2) y mayor carga atencivo-perceptual (T3) en niños de 11 años. Con la finalidad de poder comparar los resultados con el estudio previo se mantuvieron estos parámetros sin modificaciones en la presente investigación.



El siguiente diagrama ilustra la forma en que se presentó la secuencia de estímulos durante la **Tarea 3** y la categorización esperada. A cada dígito de la serie le fue asignada una categoría (NS, SI y NC) según el posible ensamblaje mental que los sujetos harían de acuerdo a su ubicación o contexto y a la promediación de cada ventana de tiempo del registro electrofisiológico.



## Procedimiento

### Selección de la muestra

↳ Se solicitó la autorización del Director del Instituto de Ciencias A. C. de Guadalajara, para realizar la investigación con los niños que asistían al mismo, así como la aplicación de las pruebas conductuales dentro de sus instalaciones.

↳ Se pidió a los psicólogos y profesores de los grupos de 3er. Grado que seleccionaran aquellos niños que, de acuerdo a su impresión personal y al desempeño del niño dentro del salón de clases, cubrían el *Criterio de dificultades en el aprendizaje de la lectura*, la edad, sexo y manualidad requeridos, así como aquellos niños que de acuerdo a su desempeño no presentaran dificultades en el aprendizaje de la lectura.

↳ Se solicitó el consentimiento por escrito de los padres de los niños seleccionados, durante una sesión conjunta en la que se explicaron los objetivos de la investigación.

↪ Se realizó una entrevista individual con los padres de cada niño para recabar información sobre antecedentes de desarrollo, antecedentes familiares y aplicación de los cuestionarios de Nivel Socioeconómico y para padres de Connors.

↪ Aquellos niños que no mostraron antecedentes de dificultades emocionales o hiperactividad de acuerdo al cuestionario para padres de Connors y el parámetro establecido para el nivel socioeconómico pasaron a la fase de *Evaluación*, donde en dos sesiones matutinas se aplicaron: Pruebas para evaluar el proceso lector, la escala de Inteligencia para niños WISC-RM, prueba de manualidad de Annett y las ocho pruebas de la Batería para el Diagnóstico Neuropsicológico Automatizado (DIANA).

↪ Los niños que cubrieron los criterios establecidos para las tareas lectoras y el WISC-RM (las tareas de la Batería DIANA no fueron consideradas como criterios de inclusión) pasaron a la última fase de *Registro electrofisiológico durante la realización de las tareas experimentales*, esta fase fue realizada en un lapso de una a dos semanas posteriores a la evaluación conductual. Los niños que presentaron crisis eléctricas durante el registro del EEG o aquellos que presentaron gran cantidad de artefactos en sus registros por movimientos oculares o parpadeo fueron eliminados.

↪ Finalmente, se realizó una entrevista con los padres de cada niño evaluado, independientemente de su inclusión o no en el estudio, para entregar los resultados de la evaluación por escrito y realizar sugerencias sobre el manejo de las dificultades que cada niño presentó.

### **Obtención de los Potenciales Relacionados a Eventos.**

↪ Ante cada tarea se registró, digitalizó y almacenó el EEG, así como los tiempos de reacción.

↪ Previo rechazo de artefactos por la inspección visual del trazado, se promediaron por separado las ventanas de tiempo correspondientes a la presentación de los estímulos que completaban la *secuencia inversa* (SI) y las ventanas de tiempo de los estímulos considerados como *no secuencia* (NS; ver diagrama de las tareas experimentales) para la obtención de los PREs de cada sujeto en cada una de las tres tareas. Se promediaron en la condición de *secuencia inversa* sólo aquellas ventanas de tiempo que correspondían a una respuesta correcta, no se incluyeron las respuestas incorrectas, y para la condición de *no secuencia* se promediaron solo segmentos sin respuesta. Posteriormente se obtuvieron los promedios grupales en cada condición; *secuencia inversa* y *no secuencia* (incluyendo corrección de la línea de base considerando los 100ms anteriores a la presentación del estímulo blanco).

↪ Se obtuvieron los potenciales diferencia de cada individuo mediante una sustracción aritmética de los PREs de la condición de *no secuencia* a la condición de *secuencia inversa*, para finalmente obtener los PREs diferencia promedio grupales en cada una de las tareas experimentales.

↪ Se incluyeron en el análisis, aquellos registros electrofisiológicos con CCR (coeficiente de correlación entre los hemipromedios pares e impares) mayor de 0.5, SDR (standard deviation rate; cociente de desviación típica) menor a 1 y RNL (residual noise level; nivel de ruido residual) menor de 2.

### Identificación de los PREs

↪ Se identificaron los máximos picos positivos en Cz para el rango de latencia entre 100 y 700 ms en los grandes promedios grupales.

↪ Se consideró como componente negativo tardío, aquel definible en vértex y posterior en latencia al máximo pico positivo anterior.

↪ También en vértex se identificó la negatividad precedente a P3 (entre 100 y 300 ms).

↪ Con la latencia de los componentes significativos (en el gran promedio grupal), se identificaron (rango de  $\pm 50$  ms) los picos individuales respectivos.

### Análisis Estadístico

↪ Las respuestas correctas e incorrectas y los tiempos de reacción, se marcaron de manera automática (por software) en el EEG.

↪ En este trabajo, se consideraron dos condiciones para el análisis (secuencia blanco vs. no secuencia), ambas representaban un 20% del total de secuencias que los sujetos podían integrar mentalmente en cada una de las tareas.

↪ Los PREs individuales resultaron del promedio de 18 segmentos libres de artefactos por cada condición y tarea.

↪ Los resultados conductuales se presentaron con estadígrafos descriptivos y para su análisis se utilizó una prueba estadística no paramétrica (Prueba de Rangos con Signos de Wilcoxon).

↪ Los PREs promedio se describieron cualitativamente y para el análisis estadístico se consideraron los PREsD grupales entre tareas (PREs secuencia inversa – PREs no secuencia) en las ventanas de análisis reportadas en el estudio de referencia (González-Garrido y cols., 2001). Estas ventanas comprendieron los periodos de tiempo de 0-100 ms (V1); 100-200 ms (V2); 200-400 ms (V3); 400-600 ms (V4) y de 600-1000 ms (V5).

↪ Para el análisis de los PREsD grupales, se realizó un análisis de la Varianza de Parcelas Divididas (Kirk, 1995) con tres factores:

- . Factor A (entre bloques): grupo (2).
- . Factor B (medidas repetidas): tarea (3).
- . Factor C (medidas repetidas): derivaciones (9).

Se consideró un nivel de significación de  $\alpha \leq 0.025$ .

A pesar de que se registró la actividad eléctrica cerebral desde todas las posiciones del Sistema Internacional 10/20, la inspección visual de los cambios intra e intergrupos aparentemente vinculados a la manipulación experimental, determinó que estos se producían básicamente en 9 sitios (F3, F4, C3, C4, P3, P4, Fz, Cz y Pz), lo que nos permitió restringir el análisis a estos sitios y elevar la fortaleza de las dóxicas estadísticas.

↪ Adicionalmente, se efectuó un análisis de Varianza de Bloques Completos Aleatorizados (3 tareas x 9 derivaciones) para estudiar separadamente los PREsD de cada grupo.

↪ También se realizaron comparaciones múltiples a posteriori usando la prueba HSD de Tukey para evaluar las tendencias de los cambios demostrados en los PREsD.

### **Consideraciones Éticas**

El estudio no implicó riesgo alguno para la integridad física o emocional de los sujetos por tratarse de técnicas no invasivas de registro. En los casos en que se detectó algún trastorno clínico, se remitió el sujeto al médico correspondiente para su evaluación y tratamiento. Cada niño se integró de manera voluntaria a la muestra con el consentimiento escrito de sus padres a quienes se informó por escrito y en entrevista individual de los resultados obtenidos en la exploración neurológica, psicológica y neurofisiológica.

### **Recursos**

El proyecto de investigación se realizó en el Área de Neurociencias Aplicadas del Hospital Civil de Guadalajara y el Instituto de Neurociencias (C.U.C.B.A.; Universidad de Guadalajara). Las fuentes de financiamiento para su desarrollo provinieron parcialmente del proyecto CONACYT-SALUD (MO-117-M9602), del proyecto CONACYT (4181DH); así como de la sede física del estudio.

### **Caracterización de la Muestra**

Los grupos quedaron integrados por 15 niños cada uno, diestros (100% manualidad diestra según la Prueba de Annett), que provenían de la clase media-alta de acuerdo a la Escala de Clasificación Socioeconómica de la Secretaría de Salud del Estado de Jalisco. La media de edad del grupo Control fue de 8.4 años ( $DS \pm 0.3$ ) y la del grupo con TAL de 8.5 ( $DS \pm 0.4$ ).

Todos los niños del grupo con TAL presentaron una velocidad lectora por debajo de la media del grupo control en dos o más desviaciones estándar y una diferencia de las mismas proporciones en al menos dos de las tareas lectoras que les fueron

presentadas. El grupo con TAL obtuvo puntajes significativamente por debajo del grupo control en todas las tareas lectoras (ver Tabla 1). En los puntajes del WISC-RM, no se obtuvieron diferencias significativas entre grupos (ver Tabla 2). En las tareas de la Batería para el Diagnóstico Neuropsicológico Automatizado (DIANA), se encontraron sólo algunas diferencias significativas entre grupos: los niños con TAL presentaron un mayor tiempo de reacción para la detección de un estímulo simple (S), para la lectura de palabras en el Stroop y para el reconocimiento verbal, aunque sus tiempos de reacción en otras tareas son similares a los del grupo Control. Presentan un rendimiento significativamente bajo en la tarea de retención de dígitos tanto hacia delante como hacia atrás, además de menor cantidad de palabras recuperadas en una segunda oportunidad (recuerdo libre 2) en la tarea de Aprendizaje de Palabras (ver Tabla 3).

**Tabla 1.** Puntajes de las tareas lectoras.

<b>TAREAS LECTORAS</b>	<b>Control (n =15)</b>	<b>TAL (n=15)</b>	<b>p(W)</b>
Palabras leídas por minuto en el texto	102.03 ± 16.1	46.9 ± 15.6	<b>&lt;0.001</b>
Errores en la lectura del texto	4.9 ± 3.5	12.9 ± 7.5	<b>&lt;0.005</b>
Unidades narrativas recuperadas del texto	10.0 ± 2.0	6.4 ± 3.4	<b>&lt;0.050</b>
Puntaje comprensión del texto	20.7 ± 1.9	16.3 ± 5.8	<b>&lt;0.050</b>
Errores en Lectura de 50 no-palabras	3.8 ± 1.9	9.7 ± 5.5	<b>&lt;0.001</b>
Errores en Dictado de 50 no-palabras	5.1 ± 2.0	11.5 ± 5.9	<b>&lt;0.005</b>
Errores en Lectura de 50 palabras	0.8 ± 0.8	3.3 ± 2.4	<b>&lt;0.005</b>
Errores en Dictado de 50 palabras	4.3 ± 2.6	14.1 ± 7.2	<b>&lt;0.001</b>

Se muestran los promedios ± la desviación estándar de cada parámetro.  
p(W): probabilidad de Wilcoxon.

**Tabla 2.** Puntajes del WISC-RM.

<b>WISC-RM</b>	<b>Control (n =15)</b>	<b>TAL (n=15)</b>	<b>p(W)</b>
CI Verbal	137.5 ± 13.5	125.1 ± 19.3	<b>&lt;0.100</b>
CI Ejecución	129.1 ± 11.3	123.7 ± 7.9	<b>&lt;0.200</b>
CI Total	137.3 ± 11.6	127.4 ± 13.2	<b>0.061</b>

Se muestran los promedios ± la desviación estándar de cada parámetro.  
p(W): probabilidad de Wilcoxon.

**Tabla 3.** Ejecución en la Batería para el Diagnóstico Neuropsicológico Automatizado (DIANA).

<b>TAREAS DE LA BATERÍA DIANA</b>	<b>Gpo. CONTROL (n=15)</b>	<b>Gpo. con TAL (n=15)</b>	<b>p (W)</b>
<b>Ejecución Continua (CPT)</b>			
Bloque 1 (S) - Respuestas correctas	29.3 ± 1.4	29.7 ± 0.5	0.409
- Respuestas incorrectas	1.3 ± 1.4	1.9 ± 1.6	0.221
- Tiempo de reacción	268.3 ± 42.2ms	316.9 ± 62.7	<b>&lt;0.020</b>
Bloque 2 (AS) - Respuestas correctas	14.7 ± 0.5	14.4 ± 0.6	0.072
- Respuestas incorrectas	1.3 ± 1.4	2.5 ± 2.0	0.061
- Tiempo de reacción	239.1 ± 45.2ms	291.3 ± 88.5	<0.100
<b>Atención Dividida (Dual Task)</b>			
Tarea Principal - Respuestas correctas	14.1 ± 1.1	13.2 ± 2.4	0.216
- Respuestas incorrectas	0.5 ± 0.6	1.1 ± 1.1	0.066
- Tiempo de reacción	1182.3 ± 516.8ms	1248.2 ± 262.7	>0.200
Tarea Distractora - Respuestas correctas	12.9 ± 2.3	11.5 ± 3.5	0.191
- Respuestas incorrectas	3.5 ± 2.7	4.1 ± 3.2	0.778
- Tiempo de reacción	2142.8 ± 162.1ms	2165.9 ± 170.5	>0.200
<b>Interferencia de Colores y Palabras (Stroop)</b>			
Bloque 1 ( <i>significado</i> ) - Resp. correctas	27.7 ± 1.9	27.0 ± 2.3	0.250
- Respuestas incorrectas	1.4 ± 1.4	1.9 ± 1.6	0.382
- Tiempo de reacción	665.7 ± 120.1ms	806.7 ± 156.3	<b>&lt;0.020</b>
Bloque 2 ( <i>color</i> ) - Respuestas correctas	26.2 ± 1.5	25.7 ± 2.3	0.376
- Respuestas incorrectas	2.7 ± 1.4	2.9 ± 2.2	0.750
- Tiempo de reacción	863.1 ± 141.4ms	912.5 ± 202.1	>0.200
<b>Amplitud de Memoria</b>			
Retención de dígitos hacia delante	5.0 ± 0.5	4.2 ± 0.9	<b>0.029</b>
Retención de dígitos hacia atrás	4.1 ± 0.8	3.0 ± 0.7	<b>0.008</b>
<b>Secuencia Espacial</b>			
Retención secuencias progresivas	5.3 ± 0.6	4.9 ± 0.7	0.158
<b>Aprendizaje de Palabras</b>			
Recuerdo Libre 1 (palabras retenidas)	5.4 ± 1.5	4.3 ± 1.8	0.115
Recuerdo Libre 2 (palabras retenidas)	8.1 ± 1.9	6.1 ± 1.9	<b>0.036</b>
Recuerdo Diferido (después de 20 min.)	5.9 ± 1.8	4.3 ± 1.9	0.057
Reconocimiento - Respuestas correctas	26.7 ± 1.9	25.6 ± 3.2	0.195
- Tiempo de Reacción	1292.4 ± 221.8ms	1501.5 ± 247.8	<b>&lt;0.020</b>
<b>Comprensión Sintáctica (Token Test)</b>			
Respuestas correctas	33.9 ± 2.7	32.6 ± 2.9	0.182
<b>Sorteo de Cartas (WCST)</b>			
Categorías alcanzadas	5.3 ± 0.9	4.4 ± 1.6	0.099
Errores perseverativos	5.3 ± 3.7	7.1 ± 4.7	0.318
Errores totales	28.2 ± 12.1	34.9 ± 12.9	0.163

Se muestran los promedios grupales ( $\bar{x}$ ) de cada uno de los parámetros  $\pm$  la desviación estándar. El tiempo de reacción se presenta en milisegundos. p(W): probabilidad de Wilcoxon.

En las Tablas 4 y 5 se muestran los puntajes de ambos grupos para ilustrar las características individuales del proceso lector. La mayor parte de los errores de los niños con TAL cuando debían leer fueron omisión de letras, sustituciones literales y de palabras visualmente semejantes. Al escribir presentaron principalmente omisiones, inversión del orden de las letras y errores de tipo homófono (/s/ por /z/). Adicionalmente el 93% de ellos presentaron dificultades en la lectura o escritura de no-palabras.

**Tabla 4.** Ejecución lectora de los niños del Grupo Control.

	LECTURA DEL TEXTO				NO-PALABRAS		PALABRAS			
	Palabras X minuto	Errores	Unidades Narrativas Recuperad.	Lectura De Compren.	Lectura (errores)	Dictado (errores)	Lectura (errores)	Dictado errores no-homófo.	Dictado errores homófonos	Dictado errores Totales
1	102.8	8	12	21	7	6	1	3	0	3
2	110.9	6	11	21	8	7	1	2	1	3
3	108.3	1	8	20	3	4	0	1	4	5
4	113.0	4	12	22	4	5	1	0	1	1
5	83.4	13	8	18	3	5	0	1	6	7
6	94.2	7	8	18	4	6	1	1	1	2
7	99.2	10	12	22	3	6	1	0	2	2
8	122.5	0	9	24	5	4	0	0	9	9
9	82.4	5	10	20	3	4	2	1	6	7
10	88.7	4	11	19	5	2	0	2	1	3
11	139.6	3	11	24	3	8	0	1	0	1
12	90.6	5	13	21	1	4	2	1	6	7
13	92.2	1	10	21	2	1	2	1	3	4
14	114.1	2	7	21	5	8	1	2	2	4
15	88.5	5	8	18	1	7	0	2	5	7

**Tabla 5.** Ejecución lectora de los niños del Grupo con Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura.

	LECTURA DEL TEXTO				NO-PALABRAS		PALABRAS			
	Palabras X minuto	Errores	Unidades Narrativas Recuperad.	Lectura De Compren.	Lectura (errores)	Dictado (errores)	Lectura (errores)	Dictado (errores no-homófo)	Dictado (errores homófonos)	Dictado errores Totales
1	36.6	22	2	19	17	19	7	7	7	14
2	38.4	12	2	21	18	21	8	17	12	29
3	54.4	5	8	20	10	9	0	2	9	11
4	14.2	30	1	5	19	25	5	18	13	31
5	32.3	11	5	16	5	11	5	2	10	12
6	44.3	12	8	18	10	8	5	0	9	9
7	64.9	6	3	6	1	5	0	1	8	11
8	59.7	4	10	16	10	5	2	2	4	6
9	45.4	22	7	19	10	7	4	1	12	13
10	69.8	7	9	21	9	10	2	2	7	9
11	54.8	18	5	7	4	12	4	5	13	18
12	24.2	14	11	20	4	11	1	5	13	18
13	60.3	13	6	13	15	13	3	6	5	9
14	47.1	13	12	21	9	7	2	3	9	12
15	57.2	4	7	22	5	10	1	0	10	10

# RESULTADOS

---

## RESULTADOS CONDUCTUALES DE LAS TAREAS EXPERIMENTALES.

Se encontraron diferencias significativas entre tareas experimentales en el Grupo Control, en la Tarea 2 (T2, secuencia inversa de tres dígitos) presentaron un menor tiempo de reacción [ $p(w)<0.005$ ] y un mayor número de respuestas correctas con respecto a la Tarea 1 [ $p(w)=0.047$ ] y la Tarea 3 [ $p(W)=0.023$ ]. El grupo con Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura (TAL) también mostró un menor tiempo de reacción en T2 [ $p(w)<0.001$ ] con respecto a T1 y T3, aunque en las respuestas correctas e incorrectas las diferencias no fueron estadísticamente significativas (ver Tabla 6).

En la comparación entre grupos, no se observaron diferencias significativas en el promedio de tiempo de reacción o la cantidad de respuestas correctas en ninguna de las tres tareas experimentales, aunque se observa una tendencia en el grupo con TAL a presentar un menor número de respuestas correctas en todas las tareas. Las diferencias entre grupos se encontraron en el número de respuestas incorrectas en la tare 2 [ $p(W)=0.040$ ] y tarea 3 [ $p(W)=0.026$ ].

**Tabla 6.** Resultados conductuales de las Tareas experimentales en ambos grupos.

<i>Tareas Experimentales</i>	Gpo. CONTROL (n=15)	Gpo. con TAL (n=15)	p (W)
<b>Tarea 1 (detección de una secuencia inversa de dos dígitos)</b>			
Respuestas correctas	28.4 ± 4.7	24.1 ± 6.1	0.056
Respuestas incorrectas	3.0 ± 1.6	4.3 ± 2.6	0.114
Tiempo de reacción	842.8 ± 213.8	839.1 ± 217.4	>0.200
<b>Tarea 2 (detección de una secuencia inversa de tres dígitos)</b>			
Respuestas correctas	31.3 ± 4.8	26.9 ± 8.1	0.098
Respuestas incorrectas	2.1 ± 1.8	4.6 ± 2.8	<b>0.040</b>
Tiempo de reacción	617.5 ± 150.9	627.5 ± 191.4	>0.200
<b>Tarea 3 (detección de una secuencia inversa de dos dígitos, uno de ellos con degradación visual)</b>			
Respuestas correctas	29.0 ± 4.3	25.7 ± 8.1	0.190
Respuestas incorrectas	2.3 ± 1.5	4.1 ± 3.1	<b>0.026</b>
Tiempo de reacción	814.4 ± 171.6	788.6 ± 162.3	>0.200

Se muestran los promedios grupales ( $\bar{x}$ ) de cada uno de los parámetros ± la desviación estándar. El tiempo de reacción se presenta en milisegundos.  
p(W): probabilidad de Wilcoxon.



## RESULTADOS DE LOS PREs EN LAS TAREAS EXPERIMENTALES.

Se describen a continuación los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs) del Grupo Control en las tres tareas experimentales en la condición de secuencia inversa.

### **Grupo Control**

**Tarea 1:** En general los potenciales se inscriben en un rango de voltaje que va de los  $-2\mu\text{v}$  hasta los  $11\mu\text{v}$  aproximadamente. Tienen una morfología típica sobre todo en regiones centro-anteriores (donde los potenciales alcanzan mayor voltaje) caracterizada por una negatividad inicial N1, seguida de P1, N2 y una positividad lenta tardía P2. En Fz N1 está sobre los 123ms con voltaje de  $-3.92\mu\text{v}$ ; P1 a los 200ms con  $10.84\mu\text{v}$ ; N2 a los 330ms con  $-2.18\mu\text{v}$ . Finalmente P2 como positividad tardía con máximo a los 640ms ( $2.57\mu\text{v}$ ). En Cz se observa N1 a los 123ms ( $-3.02\mu\text{v}$ ); P1 alcanza  $11.96\mu\text{v}$  a los 200ms (mayor que en Fz); N2 a los 338ms con  $-0.87\mu\text{v}$ , siendo mucho más negativa en la condición de no secuencia. Finalmente aparece una positividad tardía en las dos condiciones que alcanza su máximo voltaje a los 650ms ( $2.84\mu\text{v}$ ). En Pz se ve una P1 con aspecto bimodal, su primer pico (P1a) alcanza un máximo a los 183ms con voltaje de  $8.53\mu\text{v}$ , mientras el segundo pico (P1b) lo hace a los 300ms, con  $8.71\mu\text{v}$ , con posterior negatividad de  $-0.88\mu\text{v}$  a los 390ms que es seguida de una positividad tardía con apariencia de meseta sin un pico definido. En O1 se observa una morfología con aspecto inverso al de las regiones frontales. Inicia con un gran pico positivo a los 115ms ( $9.41\mu\text{v}$ ), seguido de una negatividad a los 183ms ( $-6.08\mu\text{v}$ ) y una segunda positividad con máximo a los 308ms ( $7.89\mu\text{v}$ ), seguido de una negatividad lenta. Parecen apreciarse cambios de mayor magnitud entre condiciones en C3 con respecto a C4 en el periodo entre 250 y 500ms. No se aprecian cambios sustanciales en las regiones frontales inferiores y temporales. (ver Figura 1, Tabla 7)

**Tarea 2:** La morfología es muy parecida a la descrita en la Tarea 1. Los potenciales muestran un ligero incremento en la magnitud de los picos con respecto a T1, ubicando su magnitud entre  $-4$  y  $13\mu\text{v}$  aproximadamente. En Fz aparece N1 con máximo a los 123ms ( $-3.86\mu\text{v}$ ); P1 a los 196ms ( $10.2\mu\text{v}$ ); seguida de un segundo pico positivo (P2) a los 390ms con  $1.7\mu\text{v}$  y finalmente una positividad más lenta y tardía (P3) que a los 640ms alcanza  $4.81\mu\text{v}$ . En Cz los componentes inician con N1 a los 120ms ( $-2.39\mu\text{v}$ ); P1 192ms con  $13.2\mu\text{v}$ ; luego hay un segundo pico positivo de menor magnitud sobre los 390ms ( $2.65\mu\text{v}$ ); finalmente la positividad tardía con máximo sobre 570ms ( $3.88\mu\text{v}$ ). En Pz la positividad bimodal está formada por P1a (180ms;  $9.54\mu\text{v}$ ) y P1b (291ms;  $9.49\mu\text{v}$ ). En O1 se conserva la morfología descrita en T1 con un primer pico positivo a los 115ms ( $9.0\mu\text{v}$ ), seguido de una negatividad (192ms;  $-5.57\mu\text{v}$ ), positividad (300ms;  $7.4\mu\text{v}$ ) y negatividad tardía que sobre los 583ms alcanza  $-6.18\mu\text{v}$ . A diferencia de T1, la inspección visual no manifiesta lateralización aparente de los componentes.







Llama la atención sin embargo, la “frontalización” de las diferencias en el periodo entre 250-600 ms y las marcadas diferencias entre condiciones para el pico positivo bimodal. (ver Figura 2, Tabla 8)

**Tarea 3:** Los potenciales aparecen con magnitudes levemente menores a T1 y T2 quedando comprendidos en el rango entre  $-2\mu\text{v}$  y  $10\mu\text{v}$  con morfología similar a T1. En Fz N1 aparece con máximo a los 132ms ( $-2.85\mu\text{v}$ ); P1 a los 205ms ( $9.36\mu\text{v}$ ); seguida de N2 (310ms;  $-2.83\mu\text{v}$ ); y una positividad tardía sin pico definido que a los 650ms alcanza su mayor magnitud ( $3.80\mu\text{v}$ ). En Cz aparece N1 con máximo a los 123ms ( $-3.82\mu\text{v}$ ); P1 a los 200ms ( $10.27\mu\text{v}$ ); N2 sobre 305ms ( $-1.62\mu\text{v}$ ); con positividad posterior muy lenta con máximo a los 490ms ( $4.33\mu\text{v}$ ). En Pz se define una positividad bimodal de menor magnitud a la descrita en T1 y T2 con un componente P1a que alcanza  $6.06\mu\text{v}$  a los 192 ms y P1b (300ms;  $6.56\mu\text{v}$ ); seguidos de una aparente negatividad que sobre los 390ms mide  $0.52\mu\text{v}$ . Posteriormente se aprecia una positividad con pico más prominente (500ms;  $4.46\mu\text{v}$ ). En O1, P1 aparece a los 115ms con  $9.86\mu\text{v}$ ; N1 sobre los 192ms con  $-6.13\mu\text{v}$ ; P2 a los 308ms ( $6.70\mu\text{v}$ ), seguido de una negatividad que a los 630ms alcanza  $-5.68\mu\text{v}$ . La inspección visual de los componentes no evidencia lateralización de los mismos. (ver Figura 3, Tabla 9)

Se describen ahora los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs) del Grupo con Trastornos en el Aprendizaje de la Lectura en las tres tareas experimentales en la condición de secuencia inversa.

### **Grupo con TAL**

**Tarea 1:** Se observa un ligero incremento en el voltaje en casi todas las derivaciones registradas en este grupo en comparación al grupo Control, alcanzando la amplitud de los componentes un rango entre  $-3$  y  $11\mu\text{v}$ , con morfología similar a T1 en los Controles. En general, aparece N1 seguida de P1, N2, una ligera positividad (P2) hacia regiones frontales y centrales anteriores, seguida de P3 mucho más lenta y menos aguda que las positividades precedentes. En Fz se observa que N1 alcanza un máximo a los 123ms con voltaje de  $-3.67\mu\text{v}$ ; seguida por P1 (205ms;  $11.85\mu\text{v}$ ); N2 (330ms;  $-3.08\mu\text{v}$ ); P2 (440ms;  $0.58\mu\text{v}$ ); y luego una positividad tardía y lenta con máximo alrededor de los 650ms ( $3.47\mu\text{v}$ ). En Cz se replica esta morfología con N1(114ms;  $-3.06\mu\text{v}$ ); P1 (200ms;  $11.79\mu\text{v}$ ); N2 (339ms;  $-2.71\mu\text{v}$ ); P2 (445ms;  $2.95\mu\text{v}$ ); y una positividad lenta con máximo a los 660ms ( $4.18\mu\text{v}$ ). En Pz encontramos también una positividad bimodal (P1a: 183ms;  $6.93\mu\text{v}$ , P1b: 290ms;  $9.25\mu\text{v}$ ); con N2 (381ms;  $-3.66\mu\text{v}$ ); seguida de una positividad con pico inicial que se va degradando lentamente a partir de los 445ms ( $4.61\mu\text{v}$ ). En O1 ocurre la inversión de componentes que se observa para las tres tareas en el grupo Control, con un pico positivo a los 123ms ( $8.10\mu\text{v}$ ); seguido de una negatividad a los 200ms ( $-8.21\mu\text{v}$ ); positividad a los 308ms ( $8.03\mu\text{v}$ ) y una negatividad lenta que remeda en sentido opuesto la positividad tardía que aparece sobre regiones frontales. (ver Figura 4, Tabla 7)

**Tarea 2:** Los PREs se asemejan a los de la Tarea 1, aunque con diferencias más notorias entre los potenciales de ambas condiciones. En las regiones fronto-centrales las mayores diferencias parecen estar entre 200 y 400ms aproximadamente. A nivel parietal, la diferencia parece iniciar tempranamente a partir de los 150 y hasta los 300ms aproximadamente, más evidente en P3. Los PREs correspondientes a la secuencia inversa inician con un voltaje mucho más positivo respecto a la condición de no-secuencia hasta 290ms aproximadamente. También es notorio la diferencia entre condiciones para la ventana de tiempo entre 490 y los 700ms aproximadamente en regiones parietales posteriores, particularmente en P3, Pz y P4. Desde el punto de vista morfológico, en Fz observamos la misma secuencia de ondas descrita en otras tareas, que inicia con N1 (123ms;  $-2.25\mu\text{v}$ ), P1 (205ms;  $12.00\mu\text{v}$ ); N2 (325ms;  $-2.12\mu\text{v}$ ) y una positividad lenta tardía que parece no definirse tan claramente como en el grupo Control, alcanzando  $3.82\mu\text{v}$  a los 650ms. En Cz se observa N1 (123ms;  $-2.42\mu\text{v}$ ); P1 (192ms;  $14.07\mu\text{v}$ ); N2 (330ms;  $-1.83\mu\text{v}$ ) y una leve positividad lenta que alrededor de los 650ms alcanza  $3.72\mu\text{v}$ . En Pz el componente bimodal está menos definido que el referido para el Grupo Control, donde P1a alcanza un máximo a los 183ms ( $10.60\mu\text{v}$ ) y P1b lo hace a los 273ms ( $11.05\mu\text{v}$ ). Después se observa una diferencia entre ambas condiciones que parte de P2 (462ms;  $2.14\mu\text{v}$ ), y a partir de ese momento los PREs en la condición secuencia inversa se hacen más negativos, lo cual es más evidente en P3. Para O1 se observan PREs promedio caracterizados por una positividad a los 114ms ( $10.44\mu\text{v}$ ), seguido de un componente negativo a los 192ms ( $-8.79\mu\text{v}$ ); P2 (300ms;  $10.27\mu\text{v}$ ); y una negatividad lenta que a los 566ms alcanza su máximo voltaje ( $-5.30\mu\text{v}$ ). (ver Figura 5, Tabla 8)

**Tarea 3:** Tanto la magnitud como la morfología de los componentes es similar a la descrita en T1. Sobresale la positividad tardía y lenta (P2) sobre regiones fronto-centrales anteriores, que en las áreas parietales posteriores resulta más acuminada, menos lenta y ocupa una ventana de tiempo que llega hasta los 700ms, sin diferencias importantes entre las condiciones para ninguna de las localizaciones, con la excepción probable de C3, P3 y T5 donde parece haberlas en el periodo de tiempo situado entre los 350 y 500ms aproximadamente. En Fz aparece N1 (123ms;  $-3.17\mu\text{v}$ ); P1 (213ms;  $10.11\mu\text{v}$ ); N2 (317ms;  $-4.88\mu\text{v}$ ) y una positividad tardía que sobre los 670ms alcanza un máximo de  $3.80\mu\text{v}$ . En Cz se observa N1 (132ms;  $-2.38\mu\text{v}$ ); P1 (205ms;  $11.53\mu\text{v}$ ); N2 (325ms;  $-2.17\mu\text{v}$ ) y un pico positivo posterior poco definido que a los 530ms alcanza  $3.92\mu\text{v}$ . En Pz no aparece el pico bimodal bien definido que fue descrito en otras tareas, sino una secuencia de componentes que inicia con una negatividad residual que a los 123ms mide sólo  $-0.57\mu\text{v}$ ; un componente P1a (192ms;  $7.95\mu\text{v}$ ); y P1b (300ms;  $7.82\mu\text{v}$ ) seguidos de una negatividad que a los 390ms logra medir  $-1.86\mu\text{v}$  e inmediatamente va seguida por una positividad más acuminada que en regiones anteriores (470 ms;  $5.97\mu\text{v}$ ). Esta positividad tardía se ve más claramente sobre las regiones parietales posteriores que en regiones frontales. Para O1, aparece una positividad temprana (114ms;  $8.84\mu\text{v}$ ); N1 (192ms;  $-6.77\mu\text{v}$ ); P2 (308ms;  $9.99\mu\text{v}$ ) y luego una positivización del componente de la secuencia inversa, seguido de una negatividad lenta (621ms;  $-3.53\mu\text{v}$ ). (ver Figura 6, Tabla 9)









**Tabla 7.** Latencia y voltaje de los PREs en la Tarea 1.

Sitio	Grupos	N1	P1	N2	P2	PL
Fz	Control	123 (-3.92)	200 (10.84)	330 (-2.18)		640 (2.57)
	TAL	123 (-3.67)	205 (11.85)	330 (-3.08)	440 (0.58)	650 (3.47)
Cz	Control	123 (-3.02)	200 (11.96)	338 (-0.87)		650 (2.84)
	TAL	114 (-3.06)	200 (11.79)	339 (-2.71)	445 (2.95)	660 (4.18)
		<b>P1a</b>	<b>P1b</b>	<b>N2</b>	<b>P2</b>	<b>PL</b>
Pz	Control	183 (8.53)	300 (8.71)	390 (-0.88)		
	TAL	183 (6.93)	290 (9.25)	381 (-3.66)	445 (4.61)	
		<b>P1</b>	<b>N1</b>	<b>P2</b>	<b>N2</b>	<b>PL</b>
O1	Control	115(9.41)	183 (-6.08)	308 (7.89)		
	TAL	123(8.10)	200 (-8.21)	308 (8.03)		

Se muestran las latencias en milisegundo y entre paréntesis los valores de voltaje en  $\mu\text{V}$ .

**Tabla 8.** Latencia y voltaje de los PREs en la Tarea 2.

Sitio	Grupos	N1	P1	N2	P2	PL
Fz	Control	123 (-3.86)	196 (10.20)		390 (1.70)	640 (4.81)
	TAL	123 (-2.25)	205 (12.00)	325 (-2.12)		650 (3.82)
Cz	Control	120 (-2.39)	192 (13.20)		390 (2.65)	570 (3.88)
	TAL	123 (-2.42)	192 (14.07)	330 (-1.83)		650 (3.72)
		<b>P1a</b>	<b>P1b</b>	<b>N2</b>	<b>P2</b>	<b>PL</b>
Pz	Control	180 (9.54)	291 (9.49)			
	TAL	183 (10.60)	273 (11.05)		462 (2.14)	
		<b>P1</b>	<b>N1</b>	<b>P2</b>	<b>N2</b>	<b>PL</b>
O1	Control	115 (9.00)	192 (-5.57)	300 (7.40)	583 (-6.18)	
	TAL	114 (10.44)	192 (-8.79)	300 (10.27)	566 (-5.30)	

Se muestran las latencias en milisegundo y entre paréntesis los valores de voltaje en  $\mu\text{V}$ .

**Tabla 9.** Latencia y voltaje de los PREs en la Tarea 3.

Sitio	Grupos	N1	P1	N2	P2	PL
Fz	Control	132 (-2.85)	205 (9.36)	310 (-2.83)		650 (3.80)
	TAL	123 (-3.17)	213 (10.11)	317 (-4.88)		670 (3.80)
Cz	Control	123 (-3.82)	200 (10.27)	305 (-1.62)		490 (4.33)
	TAL	132 (-2.38)	205 (11.53)	325 (-2.17)		530 (3.92)
		<b>P1a</b>	<b>P1b</b>	<b>N2</b>	<b>P2</b>	<b>PL</b>
Pz	Control	192 (6.06)	300 (6.56)	390 (0.52)		500 (4.46)
	TAL	192 (7.95)	300 (7.82)	390 (-1.86)		470 (5.87)
		<b>P1</b>	<b>N1</b>	<b>P2</b>	<b>N2</b>	<b>PL</b>
O1	Control	115 (9.86)	192 (-6.13)	308 (6.70)	630 (-5.68)	
	TAL	114 (8.84)	192 (-6.77)	308 (9.99)	621 (-3.53)	

Se muestran las latencias en milisegundo y entre paréntesis los valores de voltaje en  $\mu\text{V}$ .

## DESCRIPCIÓN DE LOS PREsD.

En términos generales, los potenciales diferencia para ambos grupos se inscribieron en un rango de voltaje entre 6 y  $-5 \mu\text{v}$ .

### ***Grupo Control***

Los PREsD obtenidos durante la ejecución de las tareas experimentales en el Grupo Control resultaron muy similares en su morfología al patrón descrito en el experimento previo, con una secuencia de componentes que podría describirse como P1d, P2d, N1d, y una diferencia lenta positiva posterior en el tiempo (P3d). Ver Figura 7. P1d y P2d resultan más evidentes en T2 sobre regiones centro-parietales donde alcanzan máximos a los 183 ( $3.5 \mu\text{v}$ ) y 320 ( $4.26 \mu\text{v}$ ) milisegundos respectivamente. Estos van seguidos de una negatividad evidente en todas las derivaciones y que a los 525 ms registra  $-4.13 \mu\text{v}$  en Pz donde resulta más prolongada. P3d se observa como un componente diferencia lento típico en Fz y Cz, con una fase acuminada que a los 760 ms alcanza  $2.46 \mu\text{v}$  en Fz. Llama la atención que antes de los 400 ms, se observa un gradiente de voltaje entre las tareas que muestra como más positivos los PREsD correspondientes a T2 y más negativos a los obtenidos en T3 para las regiones parietales posteriores, con inversión en la polaridad del gradiente en regiones frontales.

### ***Grupo con TAL***

En la Figura 8 aparecen los PREsD correspondientes a la ejecución de las tareas experimentales en el Grupo de niños con TAL. Aunque la morfología de los componentes resulta esencialmente similar a la observada en el Grupo Control, en general, los PREsD de los TAL resultan poco definidos y con una mayor variabilidad aparente. A diferencia de los componentes homólogos descritos para el grupo control, P1d y P2d resultan básicamente frontales, alcanzando sus máximos en Fz a los 162 ( $4.22 \mu\text{v}$ ) y 287 ( $5.70 \mu\text{v}$ ) ms respectivamente, en la tarea con mayor demanda de memoria (T2).

Se observa que los PREsD en T2 se inscriben en su inicio sobre un lento desplazamiento positivo del voltaje que dura hasta los 300 ms aproximadamente. Esto parece determinar la presencia de un gradiente de voltaje, que en las regiones anteriores, resulta inverso al que se había descrito para las tareas del Grupo Control. Es decir, los PREsD correspondientes a T2 son más positivos que los de T1 y estos más que los de T3 hasta aproximadamente los 300 ms en todas las derivaciones registradas. Este gradiente no mostró una inversión topográfica antero-posterior como sucede en el Grupo Control, sino que mantiene su sentido en todas las derivaciones estudiadas. Los componentes N1d y P3d resultaron poco definidos, alcanzando en T2 sus máximos en Pz sobre 560ms ( $-3.50 \mu\text{v}$ ) y Fz a los 640 ( $1.0 \mu\text{v}$ ) ms respectivamente. (se muestran gráficas comparativas de los PREsD de ambos grupos ante cada tarea en las Figuras 9-11)

## ANÁLISIS DE LOS PREsD

Tomando como base los valores promedio de voltaje para cada individuo en cada una de las 5 ventanas de análisis reportadas en el estudio de referencia (González-Garrido y cols., 2001), se realizó la evaluación de los PREsD (PREs secuencia inversa – PREs no secuencia) usando un Análisis de Varianza de Parcelas Divididas (Kirk, 1995) con tres factores:

- un Factor Entre Bloques: Grupo (2).
- dos Factores de Medidas Repetidas: Tarea (3) y Derivación (9).

El análisis reportó diferencias significativas solo en la ventana de tiempo 2 (100 – 200ms) para el Factor Tarea [ $F(2,56)=3.92$ ,  $p=0.025$ ]. En forma previa se definió como valor de significación aceptable  $p \leq 0.025$ . No se encontraron diferencias entre factores en ninguna de las restantes ventanas de tiempo.

Con base en lo anterior se procedió a analizar a cada grupo de manera independiente solamente en la ventana de tiempo 2. En cada caso se realizó un Análisis de Varianza para Bloques Completos Aleatorizados (3 Tareas x 9 Derivaciones), usando el mismo nivel de significación.

Este análisis mostró lo señalado anteriormente de una diferencia significativa en el factor Tarea, los resultados fueron como sigue:

Grupo control:  $F(2,364)= 15.87$ ,  $p<0.001$

Grupo con TAL:  $F(2,364)= 12.34$ ,  $p<0.001$

Las comparaciones a posteriori (HSD de Tukey) mostraron el sentido de las diferencias para el factor Tarea en la venta de tiempo 2 (ver Tabla 10).

**Tabla 10.** Comparaciones a posteriori para la ventana 2 (100-200ms).

		Grupo con TAL		
		Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Grupo Control	Tarea 1		**	
	Tarea 2	**		**
	Tarea 3	**		

\*\*  $p<0.01$ .













## RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COLORES Y PALABRAS DE STROOP

En la versión automatizada de la prueba de Stroop (ver parámetros de estimulación en el Apéndice VII de la tarea de Interferencia de Colores y Palabras) se observó que un tercio de los niños con TAL (5 niños) presentaba un mayor tiempo de reacción para atender al significado de los estímulos que para atender al color (a la inversa de lo esperado), con la intención de explorar estas diferencias se incluyeron tres niños más en cada grupo, los cuales habían sido eliminados en la fase de registro electrofisiológico debido a que presentaban una gran cantidad de artefactos en su registro de EEG o bien debido a que no se presentaron a esta última fase. Los grupos quedaron conformados por 18 sujetos cada uno.

Los resultados mostraron nuevamente diferencias significativas entre grupos sólo en el tiempo de reacción (TR) en la fase *Significado*, donde el grupo con TAL presentó un mayor tiempo de reacción para atender al significado de las palabras.

En general, ambos grupos parecen mostrar un efecto de interferencia, es decir, un incremento en el promedio de TR cuando deben atender al color de los estímulos en comparación a cuando deben leer las palabras. Sin embargo, sólo el Grupo Control mostró una disminución estadísticamente significativa de su rendimiento en la fase *Color* con respecto a la fase *Significado*; con un TR mayor [ $p(W) < 0.001$ ], menor cantidad de respuestas correctas [ $p(W) = 0.002$ ] y mayor cantidad de respuestas incorrectas [ $p(W) < 0.001$ ]. (Ver Tabla 11)

Siete de los niños con TAL (47%) presentaban el resultado inverso descrito antes, con un mayor tiempo de reacción en la fase de *Significado* en comparación a la de *Color*, esto no se observó en ninguno de los niños controles.

Con el objeto de explorar las diferencias entre los niños que presentaban un patrón invertido y los que ejecutaban según el patrón esperado, se dividió en dos al grupo con TAL. En el subgrupo de *patrón invertido* se incluyeron además dos niños cuya diferencia en los promedios de tiempo de reacción entre ambas fases era menor a 35 milisegundos, con la intención de homologar los subgrupos, de modo que cada uno de ellos quedó integrado por 9 sujetos.

El subgrupo de *patrón esperado* mostró el efecto de interferencia con un TR de *Color* significativamente mayor al TR de *Significado* [ $p(W) < 0.005$ ], una ejecución semejante a la observada en el Grupo Control aunque con tiempos de reacción mayores (ver Tabla 11).

El subgrupo de *Patrón invertido* mostró un TR de *Color* significativamente menor al TR de *Significado* [ $p(W) < 0.020$ ]. No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de respuestas correctas e incorrectas de ambas fases entre subgrupos.

**Tabla 11.** Resultados de la ejecución en la Prueba de Stroop.

PRUEBA DE STROOP	Control (n =18)	TAL (n=18)	p(W)	TAL		p(W)
				Patrón Esperado (n=9)	Patrón Invertido (n=9)	
<b>Fase Significado</b>						
Correctas	27.8 ± 1.7	26.8 ± 2.4	0.10	27.3 ± 2.1	26.6 ± 2.7	0.48
Incorrectas	1.4 ± 1.2	2.1 ± 1.9	0.29	1.7 ± 1.7	2.4 ± 2.2	0.33
Tiempo reacción	657 ± 118	790 ± 148	<b>&lt;0.01</b>	779 ± 156	801 ± 149	>0.20
<b>Fase Color</b>						
Correctas	25.9 ± 1.9	25.9 ± 2.2	0.83	26.2 ± 2.0	25.6 ± 2.4	0.94
Incorrectas	3.0 ± 1.9	2.8 ± 2.0	0.81	2.6 ± 1.1	3.1 ± 2.7	0.94
Tiempo reacción	865 ± 168	861 ± 217	>0.20	1022 ± 144	701 ± 148	<b>&lt;0.01</b>

Se muestran los promedios ± la desviación estándar de cada parámetro para el grupo Control, el grupo con TAL, el subgrupo con TAL-*patrón invertido* y con TAL-*patrón esperado* en la ejecución de la prueba de Stroop. El tiempo de reacción se presenta en milisegundos. p(W): probabilidad de Wilcoxon.

Se encontró que los subgrupos diferían en los puntajes obtenidos en el WISC-RM. Los niños del subgrupo de *patrón invertido* obtuvieron puntajes significativamente menores con respecto al subgrupo de *patrón esperado* tanto en la Escala Verbal como la de Ejecución. En la tabla 12 se muestran los puntajes de los grupos Control y TAL, así como la división de los sujetos con TAL en *patrón esperado* y *patrón invertido*, puede observarse que el subgrupo de *patrón esperado* obtuvo puntajes similares a los del grupo Control.

**Tabla 12.** Resultados de los puntajes obtenidos en el WISC-RM.

WISC-RM	Control (n =18)	TAL (n=18)	p(W)	TAL		p(W)
				Patrón Esperado (n=9)	Patrón Invertido (n=9)	
CI Verbal	135.4 ± 13.4	123.1 ± 18.6	<0.101	135.1 ± 12.4	111.0 ± 15.9	<b>&lt;0.050</b>
CI Ejecución	127.9 ± 12.2	123.2 ± 7.9	0.200	128.2 ± 6.7	118.1 ± 5.6	<b>&lt;0.005</b>
CI Total	137.4 ± 12.2	126.0 ± 12.5	<b>0.038</b>	135.3 ± 7.1	116.7 ± 9.4	<b>0.012</b>

Se muestran los promedios ± la desviación estándar de cada parámetro. p(W): probabilidad de Wilcoxon.

En relación con la ejecución en las tareas lectoras, la subdivisión del grupo con TAL no mostró diferencias significativas en ninguna de las tareas, aunque el rendimiento del subgrupo de *patrón invertido* tiende a ser más bajo al de *patrón esperado* (ver Tabla

13). Es decir, ambos subgrupos mostraron bajo rendimiento en tareas lectoras pero difirieron en el nivel de capacidades cognoscitivas generales medido a través del WISC-RM.

**Tabla 13.** Resultados de las tareas para evaluar el proceso lector.

TAREAS LECTORAS	Control (n=18)	TAL (n=18)	p(W)	TAL		p(W)
				Patrón Esperado (n=9)	Patrón Invertido (n=9)	
<b>TEXTO</b>						
Palabras por minuto	101.0 ± 15.4	46.5 ± 15.6	<b>&lt;0.001</b>	49.2 ± 16.8	43.9 ± 4.9	>0.200
Errores en la lectura	4.9 ± 3.3	12.4 ± 7.1	<b>0.002</b>	11.3 ± 5.3	13.6 ± 8.7	>0.200
Unidades narrativas	9.5 ± 2.2	6.8 ± 3.2	<b>0.035</b>	7.3 ± 3.5	6.2 ± 2.9	0.523
Puntaje comprensión	20.2 ± 2.4	16.2 ± 5.4	<b>0.026</b>	16.9 ± 4.8	15.6 ± 6.0	0.672
<b>NO-PALABRAS</b>						
Errores en Lectura	3.7 ± 1.9	9.9 ± 5.1	<b>0.000</b>	8.2 ± 5.3	11.6 ± 4.5	0.107
Errores en Dictado	5.4 ± 2.5	11.2 ± 5.4	<b>0.001</b>	9.9 ± 4.4	12.6 ± 6.1	0.342
<b>PALABRAS</b>						
Errores en Lectura	0.9 ± 0.8	3.3 ± 2.3	<b>0.001</b>	3.0 ± 2.2	3.7 ± 2.4	0.321
Errores en Dictado	4.3 ± 2.3	13.3 ± 6.9	<b>0.000</b>	11.1 ± 3.5	15.4 ± 8.8	0.405

Se muestran los promedios ± la desviación estándar de cada parámetro.

p(W): probabilidad de Wilcoxon.

Se exploró la relación entre las tareas lectoras y la prueba de Stroop usando el coeficiente de correlación de Spearman y se encontró que en el subgrupo de *patrón esperado*, un mayor TR de *Significado* se relacionó con mayor cantidad de errores en el dictado de no-palabras [ $r(s)=0.85$ ;  $p<0.01$ ] y dictado de palabras [ $r(s)=0.72$ ;  $p<0.05$ ], la cantidad de respuestas incorrectas en la misma fase mostró una relación positiva con el número de errores en el dictado de palabras [ $r(s)=0.78$ ;  $p<0.05$ ].

En el subgrupo de *Patrón invertido* se encontró que a mayor TR de *Significado* los sujetos presentaban más errores tanto en el dictado de no-palabras [ $r(s)=0.85$ ;  $p<0.01$ ], como de palabras [ $r(s)=0.70$ ;  $p<0.05$ ] y menor número de unidades narrativas recuperadas [ $r(s)=-0.75$ ;  $p<0.05$ ]. Un mayor número de respuestas correctas en la misma fase de *Significado* se relacionó con menos errores en el dictado de no-palabras [ $r(s)=-0.72$ ;  $p<0.05$ ] y en la lectura de palabras [ $r(s)=-0.75$ ;  $p<0.05$ ].

Adicionalmente en la versión automatizada de la tarea de retención de dígitos de Wechsler (DIANA, 1996), con presentación visual de los estímulos. Se encontraron diferencias significativas entre los sujetos con TAL y Controles tanto en la recuperación de dígitos hacia delante como hacia atrás [Adelante: Control  $x=4.8$ ,  $DS=0.6$ ; TAL  $x=4.2$ ,  $DS=0.8$ ,  $p(W) 0.049$ . Atrás: Control  $x=4.1$ ,  $DS=0.8$ ; TAL  $x=3.1$ ,  $DS=0.8$ ,  $p(W) 0.008$ ]. Entre los subgrupos con TAL no se encontraron diferencias significativas en la tarea de

retención de dígitos, aunque en el subgrupo de *patrón invertido* un mayor TR de *Significado* se relacionó significativamente con una menor cantidad de dígitos retenidos hacia atrás [ $r(s) = -0.76$ ;  $p < 0.05$ ], el subgrupo de *patrón esperado* no mostró esta relación.

No se muestran los resultados comparativos de los PREs entre *patrón esperado* y *patrón invertido* debido a que solamente 5 de éstos últimos completaron la fase de registro electrofisiológico.

# DISCUSIÓN

---

## *Resultados Conductuales*

### **Grupo Control**

Con el objeto de definir los parámetros de estimulación del experimento que antecedió a este trabajo, se realizó un estudio piloto para balancear (según el número de respuestas correctas alcanzadas) el grado de dificultad entre T2 y T3 respecto a T1 (tarea de referencia) en niños de 11 años. Acorde a lo anterior, la ejecución de las tareas en ese grupo de niños reportó diferencias significativas en los tiempos de reacción promedio ( $T3 > T2 > T1$ ) pero no en la cantidad de respuestas correctas entre T2 y T3 (González-Garrido y cols., 2001).

El presente experimento utilizó los mismos parámetros de estimulación empleados en la evaluación de los niños de 11 años. Por tanto, para el grupo control, las diferencias en la ejecución conductual entre las tareas, así como los cambios de los PREs respecto al experimento previo, podrían ser explicados, al menos en parte, por la presencia de un grado distinto en la maduración, desarrollo e integración de las actividades cognoscitivas en niños de menor edad. Los sustratos neurales del reconocimiento en memoria parecen continuar su desarrollo al menos hasta los 14 años (Hepworth y cols. 2001), en consecuencia, la ausencia de un balance preestablecido en la dificultad de las tareas, permitiría explorar el sentido fisiológico de las diferencias en la ejecución conductual de niños con distintas edades.

En el presente trabajo, se constató una disminución significativa de los tiempos de reacción y el número de errores en T2 respecto a T1 y T3.

Siguiendo una representación secuencial de los pasos mínimos de procesamiento requeridos para resolver las tareas aplicadas (Ji y cols. 1998), los niños debieron identificar cada dígito de la secuencia de estimulación, codificarlo, retener el último (uno en T1 y T3; dos en T2) y su relación con el presentado previamente, actualizar el almacén para poder comparar su contenido con el siguiente estímulo, configurar o activar un “patrón mental” del número esperado, comparar el estímulo subsecuente con el “patrón mental” y tomar una decisión (con emisión o no de respuesta). Dada la simplicidad de los estímulos y la corta longitud de las series, podríamos considerar a este procesamiento como altamente automatizado en adultos, aunque no parece suceder lo mismo en niños, si atendemos al reducido número de respuestas correctas que obtienen en la ejecución de las tareas experimentales (aproximadamente un 70% en el Grupo Control y un 60 % en el Grupo con TAL).

La implementación de la estrategia más apropiada para resolver una tarea depende de la naturaleza y dificultad intrínseca de la propia tarea, así como de numerosas variables dependientes del sujeto, básicamente vinculadas a la disponibilidad de los recursos de procesamiento cognoscitivo (estado de conciencia, edad, sexo, capacidad en memoria de trabajo, entrenamiento previo, etc.; Peres y cols. 2000; Schunn y Reder 2001].

Los resultados conductuales parecen señalar que los niños de 11 años siguieron preferentemente una estrategia basada en la repetición serial con construcción gradual (ante cada dígito) de la secuencia inversa. Esto probablemente se deba a que el incremento en la longitud de la secuencia (T2) determinó un mayor grado de dificultad respecto a las tareas restantes. En estos niños la “repetición” gradual de la secuencia inversa en formación, podría representar un apoyo a la ruptura del procesamiento más automático de conteo progresivo. En niños más pequeños sin embargo, los resultados sugieren que la estrategia preferente se basó en la creación de un “patrón mental” anticipado para la comparación con el estímulo subsiguiente (Squires y cols. 1973; Ji y cols., 1998). Este supuesto se fundamenta en la reducción significativa de los TR y el aumento de las respuestas correctas en T2 respecto al resto de las tareas. Probablemente, la mayor dificultad relativa de la tarea y un menor nivel de maduración cognoscitiva, respecto a los niños de 11 años, pudieron determinar la implementación de esta estrategia.

Una explicación complementaria sobre las diferencias en la ejecución de T2 respecto a T1 y T3 podría ser la presencia de una *menor automatización del procesamiento secuencial*. Dado que el conteo en orden progresivo se automatiza con la edad y el entrenamiento, una menor automatización en niños pequeños facilitaría la estrategia de preactivación contextual respecto a los niños más grandes. En consecuencia, la determinación de series más largas (como la correspondiente a T2) podría facilitar la generación de un nuevo “automatismo” en sujetos con inhibiciones de menor fortaleza o sin una automatización de este procesamiento secuencial.

Esperábamos que el incremento en la demanda perceptual asociado a cierto nivel de enmascaramiento de los estímulos en T3, determinara un mayor grado de dificultad respecto al de una tarea semejante sin enmascaramiento. Este supuesto que se demostró en los niños de 11 años (González-Garrido y cols. 2001) resultó paradójicamente inválido en el presente experimento.

La menor edad de los niños del presente estudio, podría representar una mayor dificultad relativa de las tareas aplicadas (dadas las pocas respuestas correctas y los prolongados TR) lo que probablemente contribuyó a enmascarar las diferencias en la ejecución entre tareas. Es decir, la ausencia de diferencias significativas en la ejecución conductual entre T3 y T1 pudiera deberse a la presencia de un límite fisiológico en los tiempos de ejecución o en la capacidad de procesamiento, más que a la similitud en los niveles de dificultad entre ambas tareas.

De cualquier modo, resulta llamativo que la ejecución de T3 sea más lenta e ineficiente que la de T2, lo cual no ocurre (al menos con los parámetros utilizados) para los niños de mayor edad. Esto podría sugerirnos que la maduración en los procesos de discriminación perceptual sea más tardía respecto al establecimiento de un procesamiento secuencial automatizado. Se ha reportado la existencia de una reorganización funcional asociada a la edad en las redes corticales involucradas en el

procesamiento en memoria visual que parece apoyar la explicación anterior (Bennett y cols. 2001).

### **Grupo con TAL**

Los niños con TAL cometieron más errores en todas las tareas experimentales respecto a los controles normales, diferencia que alcanzó significación estadística en T2 y T3. Aunque los puntajes del CI fueron altos para ambos grupos, en los niños con TAL resultaron significativamente menores. Es posible que esto refleje un menor desarrollo relativo de este grupo para procesos cognoscitivos no lectores (Stanovich, 1994) y nos permita comprender las diferencias encontradas en la ejecución de las tareas experimentales.

Sin embargo, en cuanto a los tiempos de reacción, no se demostraron diferencias significativas entre los grupos para ninguna de las tareas experimentales. Este hallazgo parece reforzar la hipótesis previa sobre la existencia de un límite fisiológico crítico en los tiempos de ejecución que podría enmascarar las diferencias potencialmente esperadas.

## ***PREs promedio***

### **Grupo Control**

Se postula que la elevada resolución temporal de los PREs permite un examen de los procesos cognoscitivos en el “momento” en que ocurren. En el presente trabajo se obtuvieron los PREs en diferentes tareas de MT, cuyo diseño involucró la detección de secuencias de dos o tres dígitos en orden inverso y con presentación infrecuente.

El tiempo de ejecución de las tareas experimentales alcanzó valores promedio sobre los 800 ms en T1 y T3, así como de 600 ms para T2, por lo que prestaremos particular atención a los cambios electrocerebrales que anteceden este periodo aunque también se realizaron estimaciones estadísticas en el intervalo posterior.

Basados en el experimento precedente y atendiendo a las analogías del diseño experimental con los paradigmas clásicos “odd ball”, se esperaba la obtención de un componente tipo P300 cuyas variaciones de latencia y amplitud intra e inter-tarea, nos permitieran verificar los planteamientos teóricos realizados con base en los resultados previos, así como inferir la “dirección” de la maduración electrofisiológica por la diferencia de edades con el presente grupo control.

A pesar de que T1 no puede ser considerada estrictamente como la tarea de referencia desde el punto de vista de la ejecución conductual, representa el nivel de mayor simplicidad aparente. En esta tarea, se cumplió la predicción de un cambio tipo P3,



obteniéndose un componente positivo parietal sobre los 300ms con magnitud mayor para la condición *blanco*.

Resulta interesante la estrecha similitud de los componentes obtenidos para T1 en el presente trabajo con los reportados en nuestro estudio de referencia (González-Garrido y cols., 2001). Comparativamente, se replica la morfología de los componentes en T1 pero con mayor magnitud de voltaje y una distribución topográfica mayor como cabría esperar en niños de menor edad (Harmony, 1989).

En T2 se observó una diferencia entre condiciones con mayor magnitud de voltaje, que resultó más prolongada en el tiempo y de inicio temprano, desde los 140 ms aproximadamente. A diferencia de lo observado en T1, tanto en T2 como en T3 los componentes de los PREs exhibieron una distribución topográfica de los componentes tempranos que involucra las regiones frontales.

La carga cognoscitiva se ha caracterizado como la diferencia entre la ejecución esperada para la versión sencilla de una tarea y su ejecución real ante la modificación de dicha tarea (Gopher y Donchin, 1986). Las tareas experimentales empleadas fueron tareas de memoria de trabajo cuya mayor dificultad relativa (dada la edad de los niños participantes) podría interpretarse como incremento comparativo en la carga cognoscitiva de las mismas respecto al grupo de niños normales con mayor edad.

Por otra parte, las adiciones en la carga cognoscitiva introducidas para T2 y T3, podrían determinar un cambio en el procesamiento en memoria de trabajo debido a su sensibilidad a las manipulaciones en este factor (Baddeley 1986; Shallice 1988; Goldman-Rakic y Friedman 1991; Just y Carpenter 1992; Goldberg y cols. 1998) provocando una probable mayor participación del ejecutivo central situado en lóbulos frontales. Esta participación frontal ha sido reportada básicamente al inicio de la ejecución conductual de una tarea, ante un incremento en la dificultad de misma (Wintink y cols. 2001) o ante la reducción de los efectos de la interferencia pro-activa (Kiss y cols. 1998).

### **Grupo con TAL**

Como se planteó en los antecedentes del presente estudio, existen múltiples reportes sobre las diferencias observadas entre niños con TAL y niños controles sanos en cuanto al rendimiento intelectual general, “capacidades” atentas y de memoria de trabajo, estilo y estrategias cognoscitivas, entre otras. Con frecuencia se asume que la atipicidad de procesamiento de los estímulos escritos propia de los TAL se fundamenta en un trastorno organizativo, maduracional o funcional del Sistema Nervioso Central (Witelson 1977; Feldt y Witte 1987; Brunswick y cols. 1999; Rippon y Brunswick 2000; Corina y cols. 2001).

En general, se observó que los PREs de los niños con TAL presentaron un voltaje ligeramente mayor a los del Grupo Control, con mayor dispersión temporo-espacial en sus componentes que pudiera corresponder a un grado menor de maduración. Además, se aprecia una distribución topográfica en los PREs que involucra mayor participación de las áreas frontales (sobre todo en T2).

Estos hallazgos parecen concordar con las aseveraciones realizadas en torno a las características funcionales del procesamiento cognoscitivo en niños con TAL. Si atendemos a la peor ejecución conductual de este grupo respecto a los controles, podríamos inferir que se debe, al menos en parte, a un incremento relativo en la dificultad de las tareas que podría determinar una mayor participación del Ejecutivo Central (Wintink y cols. 2001).

### *PREs diferencia*

Nuestro interés en estudiar los *potenciales diferencia* (PREsD), es resultado de las conocidas limitaciones que presenta el análisis de los potenciales promedio, con los cuales es difícil establecer una asociación directa entre los componentes resultantes en los PREs por condición o tarea y procesos específicos de MT (Kiss y cols. 1998).

En general, los PREsD se caracterizaron por una secuencia de picos que denominamos como P1d, P2d, N1d y P3d, cuya morfología resultó muy similar, en el caso del grupo control, a la reportada en niños de mayor edad (González-Garrido y cols. 2001).

El análisis estadístico global solo demostró diferencias significativas solo para la ventana de tiempo comprendida entre los 100 y 200 ms asociadas al factor *tarea*, con significación residual de la interacción múltiple (grupo x tarea x derivaciones).

El periodo que comprende los primeros 100 ms posteriores al estímulo suele asociarse al procesamiento de las características físicas del estímulo (cambios exógenos; Fabiani y cols. 2000). No obstante, observamos cambios tempranos en los PREsD que involucran una deflexión negativa temprana más evidente en T3 (tarea con enmascaramiento visual). Se ha reportado la existencia de cambios electrocerebrales tempranos que sugieren que los correlatos neurales de la codificación en memoria difieren de manera cualitativa respecto a la naturaleza de la tarea. El inicio temprano de los efectos de enmascaramiento sugiere que la codificación podría verse facilitada por la existencia de procesos que inician aún antes del comienzo del ítem que va a ser codificado (Luck SJ y cols. 2000; Otten y Rugg 2001).

Siguiendo la lógica previa, la necesidad de un mayor despliegue posterior de recursos atencivo-perceptuales en T3, parece ser el detonador cognoscitivo de esta variación negativa lenta temprana. Si esta deflexión refleja los cambios tempranos necesarios para alcanzar un “estado neural” que permita la exitosa ejecución de la tarea, nuestros

resultados parecen indicar la necesidad de cambios de mayor magnitud en el estado “pre-procesal” de los niños con TAL y tal vez una disminución de las habilidades para la discriminación perceptual en este grupo.

Las diferencias en el segmento V2, parecen corresponder a los cambios en el componente P1d que en T2 resultó más notable en Cz para el grupo control con un máximo a los 183, mientras que en los niños con TAL apareció como predominante en derivaciones frontales (en particular Fz) donde alcanzó su máximo sobre 162 ms.

P1d fue descrito por primera vez a los 162 ms en niños de 11 años (González-Garrido y cols., 2001) como un componente dependiente de la actualización de la carga en memoria de trabajo, reflejando la etapa de procesamiento correspondiente a la codificación de nueva información, que implicaría a su vez, una redistribución en los recursos atencionales involucrados. Se planteó como análogo probable de la activación en la región cingulada anterior que empleando palabras como estímulos habían reportado Abdullaev y Posner (1998), la cual se planteaba que reflejaba las demandas atencionales de la tarea.

La menor edad promedio de los niños en el presente experimento podría explicar el retraso observado en la latencia del componente P1d respecto al estudio previo, ya que este retraso no solo afectó a P1d sino también al resto de los componentes (Ej: P2d: 320 vs 295 ms; N1d: 500 vs 460 ms).

Resulta llamativa la reducción en latencia para P1d y P2d así como la “frontalización” de estos componentes en los niños con TAL respecto a los controles.

Se ha planteado que la atención modula la actividad sensorial cuando esta se encuentra “sobrecargada” dada la naturaleza de la tarea (Ver Luck y cols. 2000 para revisión). Es decir, en tareas más difíciles cabría esperar una optimización temprana de los procesos para mejorar la ejecución, lo cual podría explicar la reducción en latencia de P1d y P2d en niños con TAL. Mientras tanto, cuando no hay “sobrecarga” en la actividad sensorial, la atención opera influyendo los procesos de memoria y los de elaboración-emisión de la respuesta.

Probablemente el efecto de un incremento en la carga en MT resulte mayor para el grupo de niños con TAL y justifique una mayor participación del Ejecutivo central como se había supuesto con anterioridad (ver apartado de PREs promedio) a través de la modificación de los componentes con distribución frontal (Wintink y cols. 2001).

En general, el componente P2d alcanzó gran magnitud en ambos grupos para las diferentes tareas (mayor en T2). Tal como se había planteado en el experimento previo (González-Garrido y cols. 2001), este componente parece representar un análogo de P300, con la particularidad de que se obtuvo en un diseño experimental donde la frecuencia de los estímulos fue similar entre las condiciones *blanco* y *no blanco* puesto

que a los efectos del presente trabajo se compararon los resultados correspondientes a la condición de *secuencia inversa* (Ej: 7-6 en T1 y T3 ó 7-6-5 en T2) vs. la de *no secuencia descendente* (Ej: 7-5 para T1 y T3 ó 7-5-1 en T2) y no se incluyeron las secuencias o no secuencias ascendentes.

Se ha planteado que la familia de componentes P300 probablemente refleja distribución atenta, entrega de información específica, cierre cognoscitivo, categorización del estímulo, actualización contextual, comparación con un “patrón mental”, etc., sin lograr acuerdo sobre un significado funcional específico.

Con anterioridad habíamos planteado que desde la perspectiva de los resultados conductuales, parecía favorecida la estrategia de comparación con un “patrón mental” en los grupos estudiados. En este contexto, el “patrón” de comparación representaría la activación anticipada en memoria del estímulo “útil” contra el cual debía compararse el siguiente estímulo. Como los niños fueron instruidos para responder tan rápido como les fuera posible al estímulo “cierre” de la secuencia inversa, podría esperarse que forzados por la dificultad de la tarea generaran una anticipada representación en memoria del “estímulo cierre”. Los resultados de los PREsD parecen apoyar esta hipótesis.

En el grupo con TAL, los PREsD resultaron poco distinguibles a partir de los 400ms, con la excepción de N1d en T2. La dispersión de estos componentes (bien diferenciados en los controles), podría explicarse por una probable menor madurez en la integración de los procesos cognoscitivos que ya había sido señalada, así como una mayor variabilidad inter-individual apoyada por la existencia de subgrupos distintos según la ejecución conductual de la prueba de Stroop. Tal vez la dificultad relativa de las tareas haya contribuido a la dispersión temporal de los cambios electrocerebrales en este grupo, además del hecho de que promedió un bajo número de segmentos libres de artefactos para la obtención de los componentes.

El componente N1d, mostró una mayor amplitud en la tarea con mayor demanda de memoria (T2). Varios reportes han asociado las negatividades lentas fronto-parietales a tareas con mayor demanda cognoscitiva. Además, se ha reportado una negatividad frontal asociada al proceso de redistribución de los recursos atentos hacia la demanda original de la tarea (a modo de recuperación de un distractor; Escera y cols. 2001). Finalmente, y considerando que en todas las tareas había que responder presionando una tecla, N1d podría estar reflejando el proceso de preparación motora.

P3d podría reflejar los cambios asociados a las positividades lentas tardías con distribución preferente fronto-central. Estas ondas han sido interpretadas como parte de un procesamiento adicional relacionado a la dificultad perceptual o conceptual de las operaciones involucradas, independientemente de la edad de los sujetos. Como en nuestro trabajo no se implementaron técnicas de supresión articulatoria para obtener los PREs, y considerando que es común que en los niños pequeños se produzca una

verbalización del material visual, P3d podría ser un análogo del componente fronto-temporal descrito por Snyder y colaboradores (1995) como un índice de la activación de la región insular de la corteza silviana involucrada en la planificación de los movimientos articulatorios, aunque P3d no mostró una lateralización.

Debe señalarse que aunque desde el punto de vista electrofisiológico se ha planteado que los procesos de memoria de trabajo involucran diferentes grados de lateralización y que en tareas visuales el almacenamiento en memoria se realiza en el “buffer” visual de áreas cerebrales posteriores (Talsma y cols. 2001), en nuestro experimento ninguno de los componentes exhibió una lateralización significativa.

Se ha reportado la presencia de componentes lateralizados de los PREs ante tareas que emplean estímulos lingüísticos (Van Strien y cols., 1989; Licht y cols., 1988, 1992). Estos componentes han sido interpretados en términos de cambios relacionados a la edad para las funciones de los hemisferios izquierdo y derecho involucradas en el aprendizaje de la lectura. Siguiendo esta línea de pensamiento, cabría especular que un fallo en los procesos de especialización hemisférica podrían sustentar la aparición de un trastorno en la adquisición de la lectura. De cualquier modo, los resultados del presente estudio no permiten constatar una lateralización significativa de los componentes. Aunque los estímulos empleados fueron números, cabe destacar que en el grupo con TAL, ante la tarea de mayor carga en memoria (ver Figura 8), se observaron cambios positivos de mayor amplitud en los componentes tempranos (antes de 200ms) en regiones fronto-parietales izquierdas. En contraste, en la región fronto-temporal derecha el componente P290 alcanzó una mayor magnitud que en el sitio contralateral, tendencia que no se observó en el grupo control. De cualquier modo, las diferencias en la distribución topográfica podrían estar evidenciando un mecanismo compensatorio para el procesamiento de la información ante una tarea de mayor dificultad.

En general, la morfología, distribución topográfica y latencias de los componentes de los PREsD en los niños con TAL, se diferenciaron sustancialmente de los del grupo control.

Se ha planteado que el procesamiento visual de caracteres lingüísticos parece involucrar áreas asociativas visuales, de la corteza frontal (Gulyas 2001) y región prefrontal dorsolateral (Gaillard y cols. 2001). Se han reportado múltiples evidencias neurobioquímicas, imagenológicas, electrofisiológicas, etc. de que los sujetos con TAL presentan alteraciones en el procesamiento que van desde simples diferencias respecto a los controles en la percepción sensorial, hasta dificultades en el procesamiento cognoscitivo complejo, involucrando la participación funcional de las regiones anteriores del cerebro (Temple y cols., 2001). Los resultados de nuestro estudio, parecen evidenciar al menos una parte de estas diferencias en un grupo particular de niños con TAL.

Desde nuestra óptica, la conciencia fonológica en sí misma descansa básicamente en procesos que corresponden a la memoria de trabajo verbal. Las alteraciones

funcionales de MT podrían determinar deficientes habilidades para el procesamiento fonológico consciente que es requerido para cumplir satisfactoriamente el proceso de aprendizaje de la lectura. El hallazgo de fallos de MT así como en algunos procesos relacionados con la conciencia fonológica en el presente estudio parecen sustentar estos postulados.

Es poco probable que las dificultades relacionadas con la MT sean la causa principal de todos los trastornos en el aprendizaje, pero sí creemos que pudiera ser un factor importante en aquellos niños que han accedido ya a la lectura pero no logran una adecuada automatización del proceso y que adicionalmente presentan gran cantidad de errores en la lectura y escritura de no-palabras, como es el caso de la muestra del presente estudio. Se estudiaron aquí solamente niños en el 3er grado de primaria y que no habían recurrido ningún grado, como es el caso de los sujetos que presentan mayores dificultades en etapas iniciales del proceso lector, como la adquisición de una adecuada correspondencia grafema-fonema. En estos últimos, las dificultades para adquirir el proceso lector podrían estar exacerbadas por dificultades básicas en la discriminación de variaciones en los sonidos del lenguaje (a nivel fonético) y probablemente por una afectación más general en el desarrollo cognoscitivo.

A pesar de las limitaciones propias de las herramientas de evaluación que utilizamos, los presentes hallazgos parecen enfatizar la multiplicidad de manifestaciones y características patológicas del trastorno en la adquisición de la lectura, así como confirmar nuestras esperanzas de que en el futuro próximo contemos con parámetros electrocerebrales que caractericen tempranamente las alteraciones en etapas particulares del procesamiento en memoria de trabajo.

### *Prueba de Stroop y su relación con otras tareas*

A partir de los hallazgos relacionados con un efecto diferencial entre grupos de la interferencia en la Prueba de Stroop y el subsecuente incremento del número de sujetos en cada grupo para explorar estas diferencias, los resultados mostraron disparidades en otras pruebas. En términos generales, los puntajes obtenidos en el WISC-RM resultaron altos en ambos grupos (TAL y Control) respecto a los datos normativos poblacionales mexicanos. Una probable explicación para este fenómeno es que las normas datan del año 1983 y no han sido revisadas o ajustadas nuevamente desde entonces, además del hecho de que fueron obtenidas en escuelas públicas de la Ciudad de México.

En los niños con TAL, se encontró una disminución significativa en el CI total respecto al Grupo Control, aparentemente asociada a un menor puntaje en el CI Verbal, lo cual concuerda con los reportes sobre una disminución en el desarrollo de las habilidades verbales en niños con dificultades lectoras (Denckla, 1979; Bishop y Adams, 1990; Scarborough, 1990).

En general la prueba de Stroop, particularmente la fase de *Color*, implica un estrés cognoscitivo para los sujetos, ya que deben desplegar estrategias para la inhibición del proceso casi automático de leer la palabra para atender al color. Se requiere, por tanto, modificar dinámicamente el esquema perceptual de acuerdo a los cambios en las demandas externas, lo que implica flexibilidad de procesamiento, operar los datos en memoria a corto plazo y desplegar procesos de metacontrol para monitorear la propia ejecución, modificando una estrategia ineficiente para resolver exitosamente la tarea. Este despliegue de procesos se ha relacionado con funciones ejecutivas asociadas a la integridad de los lóbulos frontales (Helland y Asbjornsen, 2000).

Los resultados de la aplicación de una versión automatizada de la prueba de Stroop mostraron que los promedios de tiempo de reacción en ambas fases de la prueba parecen mostrar la existencia del “efecto de interferencia” en ambos grupos. Sin embargo, los sujetos con TAL fueron significativamente más lentos que los controles para atender al significado de las palabras presentadas. Esto podría ser simplemente un reflejo de la disminución en la velocidad de lectura de los sujetos con TAL, sin embargo, la relación observada entre mayores TR de *Significado* y peor ejecución en varias tareas lectoras, podría implicar que el proceso subyacente al reconocimiento de las palabras es más complejo y potencialmente involucra habilidades de decodificación, acceso rápido a significado y el desarrollo de estrategias más eficientes de procesamiento que permitan un adecuado nivel de automatización de la lectura.

Los resultados mostraron además, diferencias sustanciales entre los niños con TAL en la ejecución de la Prueba de Stroop en relación con la velocidad para responder a los estímulos en cada fase, lo que derivó en una subdivisión que mostró diferencias en capacidades cognoscitivas generales y perfiles semejantes de ejecución lectora.

Cualquiera sea el nivel general de su desarrollo cognoscitivo, los niños con TAL no parecen diferir en las habilidades de procesamiento subyacentes al reconocimiento de las palabras como la codificación fonológica y ortográfica (Stanovich y Siegel, 1994). Sin embargo, se ha reportado que los niños con dificultades lectoras y altos puntajes en el CI experimentan una forma más específica de dislexia, caracterizada por un patrón único de desviación del desarrollo en procesos cognoscitivos relacionados con la lectura. Por otra parte, los niños con TAL y bajos puntajes de CI muestran retardo en el desarrollo de varios procesos cognoscitivos lectores y no-lectores (Stanovich, 1994).

En el presente trabajo, la prueba de Stroop parece distinguir al menos dos subgrupos de niños con TAL. Uno de ellos (subgrupo de *patrón invertido*) presenta menor rendimiento cognoscitivo global que incluye dificultades en procesos no lectores, déficit en tareas de memoria de trabajo y dificultades inherentes a funciones ejecutivas que parecen expresar una posible disfunción prefrontal, mientras que el otro subgrupo (*patrón esperado*) obtiene mayores puntajes en el CI pero dificultades en tareas relacionadas con la lectura y memoria de trabajo.

Una probable explicación del comportamiento conductual del subgrupo de niños con TAL y *patrón invertido* en la prueba de Stroop podría asumir, entre otras, al menos tres posibilidades vinculadas a procesos madurativos de los lóbulos frontales: a) déficit en la automatización del proceso lector; b) fallo general en el establecimiento de mecanismos inhibitorios; y c) fallo en la adecuación de estrategias cognoscitivas.

La automatización de procesos implica una optimización en la asignación de los recursos atento-perceptuales y de memoria para el cumplimiento exitoso de una tarea específica. La exposición reiterada a una tarea produce una disminución progresiva en la información novedosa que entrega, así como un ajuste gradual en los recursos destinados a su solución por el Sistema Ejecutivo Central (Shallice 1992). Un déficit madurativo específico de los sistemas frontales y la falta de una integración adecuada entre las áreas cerebrales que modulan los procesos involucrados en la lectura, podría retardar o impedir su automatización y por tanto su interferencia con otros procesos.

La naturaleza intrínseca de los procesos ejecutivos frontales implica una regulación inhibitoria del procesamiento cognoscitivo general, que se va estableciendo y reforzando en el transcurso del desarrollo. Una deficiencia particular en esta regulación, redundaría en un gasto innecesario de recursos que también impediría una adecuada automatización de los procesos.

Por último, se ha reportado que una disfunción prefrontal específica, puede interferir con el establecimiento de estrategias cognoscitivas óptimas produciendo dificultades en procesos de memoria y aprendizaje (White y cols., 2001).

En cualquiera de los casos anteriores, se presume que los sujetos con TAL y *patrón invertido* podrían experimentar una mayor afectación del Ejecutivo Central asentado en lóbulos frontales, lo que explicaría una disminución en la velocidad de lectura con dificultad para el acceso automático al significado de las palabras, disminución en habilidades cognoscitivas generales así como en el rendimiento en tareas de memoria de trabajo.

Se ha señalado que la ineficiencia en el establecimiento y modificación de estrategias para la solución de una tarea exacerba las dificultades para el procesamiento cognoscitivo y puede disminuir drásticamente el beneficio de la rehabilitación en sujetos con trastornos de la lectura (Lovett, 2000). Sin embargo, no se han establecido marcadores o perfiles que permitan un pronóstico temprano de estas dificultades y tanto las observaciones anatómicas como los métodos neuroimagenológicos más avanzados han fallado en explicar la génesis y dinámica de los TAL.

En este sentido, la distinción entre perfiles de rendimiento conductual, electrofisiológico o de otro orden en los sujetos con TAL, más allá de la emisión de nuevas propuestas taxonómicas, podría ayudar a optimizar los recursos destinados a su rehabilitación, así como orientar mejor los tratamientos en función de las necesidades individuales.



## CONCLUSIONES

---

- Los niños con TAL y normales mostraron una paradójica mejor ejecución conductual (mayor cantidad de respuestas correctas y menores tiempos de reacción) en la Tarea con mayor demanda en memoria (T2) respecto a las tareas experimentales restantes.
- El enmascaramiento visual de los estímulos en una tarea de memoria de trabajo no introdujo cambios significativos en la ejecución conductual de los niños con TAL o controles respecto a una tarea similar sin este grado adicional de dificultad.
- Los niños con TAL cometieron una cantidad de errores significativamente mayor que los controles normales durante la ejecución de las tareas experimentales T2 y T3.
- Los PREs promedio y PREsD en el grupo control replicaron los hallazgos reportados por González-Garrido y colaboradores para niños mayores, con relación a la morfología y los componentes detectados.
- Los PREsD de los TAL mostraron componentes menos definidos y topográficamente más dispersos.
- Se detectó una secuencia básica de componentes en los PREsD de ambos grupos, que según su polaridad y orden temporal fue denominada como P1d (probablemente indicando el nivel de carga en MT), P2d (posible expresión de la comparación mental del estímulo actual con una representación mnémica del estímulo esperado), N1d (asociado al proceso de preparación motora) y P3d (interpretado como expresión de la dificultad intrínseca de la tarea presentada).
- P1d exhibió una mayor latencia en los niños de 8 años respecto al reporte previo en niños con mayor edad.
- P1d y P2d resultaron predominantemente parietales en los sujetos controles mientras que la distribución predominó en regiones frontales para los niños con TAL.
- Se encontraron cambios electrocerebrales asociados a la tarea y previos a la aparición del estímulo, cuyo sentido fue diferente en ambos grupos. Estos cambios probablemente reflejen un estado particular de preparación para el procesamiento activo en la tarea.
- La definición, amplitud y distribución topográfica de los componentes de los PREsD, así como los cambios “pre-procesales” señalados y los resultados conductuales parecen indicar la existencia de un trastorno en la participación del Sistema Ejecutivo Central para los niños con TAL.
- El diferente perfil de rendimiento encontrado en los TAL durante la ejecución de la Prueba de Stroop y su asociación con niveles distintos de rendimiento cognoscitivo parecen corroborar la presunción de disfunción frontal.
- Los hallazgos sugieren la necesidad de generar nuevos diseños experimentales para estudiar subcomponentes específicos de MT y la asociación diferencial de los mismos con el perfil cognoscitivo de los TAL.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Abdullaev YG, Posner MI (1998). Event-related brain potential imaging of semantic encoding during processing single words. *Neuroimage*. 7:1-13
- Acle TG y Olmos RA (1995). *Problemas de aprendizaje. Enfoques teóricos*. UNAM. México.
- Annett M (1970). A classification of hand preference by association analysis. *British Journal of Psychology*. 61: 303-321.
- American Electroencephographic Society (1991). Guidelines for standard electrode position nomenclature. *J Clin Neurophysiol* 8:200.
- Baddeley AD (1982) Amnesia: A minimal model and an interpretation. In: L. S. Cermak (Ed.). *Human memory and amnesia*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baddeley AD, Hitch G (1974). Working memory. En G.A. Bower (Ed.) *The psychology of learning and motivation*. 8:47-89. New York: Academic Press.
- Baddeley AD (1986). Working memory. Clarendon Press, Oxford, New York.
- Baddeley AD (1992). Working memory: The interface between memory and cognition. *J Cogn Neurosci*. 4(3):281-288.
- Baddeley AD (1998). The central executive: A concept and some misconceptions. *J Intern Neuropsychol Soc*. 4: 523-526.
- Barnea A, Lamm O, Epstein R, Pratt H (1994). Brain potentials from dyslexic children recorded during short-term memory tasks. *Int J Neurosci*. 74: 227-237.
- Bennett PJ, Sekuler AB, McIntosh AR, Della-Maggiore V (2001). The effects of aging on visual memory: evidence for functional reorganization of cortical networks. *Acta Psychol*. 107(1-3):249-73.
- Bishop, D.V.M.; Adams, C. (1990), A prospective study of the relationship between specific language impairment, phonological disorders and reading retardation. *J Child Psychol Psychiatry*, 31,1027-1050.
- Bowers PG, Wolf M (1993). Theoretical links between naming speed, precise mechanisms and orthographic skill in dyslexia. *Reading Writing*. 5: 69-85.
- Brunswick N, McCrory E, Price CJ, Frith CD, Frith U (1999). Explicit and implicit processing of words and pseudowords by adult developmental dyslexics: A search for Wernicke's Wortschatz?. *Brain*. 122(10):1901-17.
- Carter, C.S., Macdonald, A.M., Botvinick, M., Ross, L.L., Stenger, V.A., Noll, D., Cohen, J.D. (2000), Parsing executive processes: strategic vs. evaluative functions of the anterior cingulate cortex. *Psychology-BS*. 97,4,1944-1948.
- Chiappe P, Hasher L, Siegel LS (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Mem Cognit*. 28(1): 8-17.
- Corina DP, Richards TL, Serafini S, Richards AL, Steury K, Abbott RD, Echelard DR, Maravilla KL, Berninger VW (2001). fMRI auditory language differences between dyslexic and able reading children. *Neuroreport*. 12(6):1195-201.
- Daneman M, Carpenter P A (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 19: 450-466.
- DeFries JC (1989). Gender ratios in reading disabled children and their affected relatives: a commentary. *J Learn Disabilities*. 22: 544-545.
- Delacato CH (1966). *Neurological Organization and Reading*. Springfield, IL: Thomas, CC.
- Denckla MB (1979), Childhood learning disabilities, In Heilman, K.M., Valenstein, E (eds.): *Clinical Neuropsychology*. New York, Oxford University Press.
- Denckla MB. (1996). Biological correlates of learning and attention: what is relevant to learning disability and attention-deficit hyperactivity disorder?. *J Learn Disabilities*. 28(9):535-44.
- DIANA. (1996). Manual del usuario. Versión 1.0. La Habana. Neuronic, S.A.

- Donchin E (1979). Event-related brain potentials: A tool in the study of human information processing. In: H. Begleiter (Ed.). *Evoked brain potentials and behavior*. New York: Plenum. pp. 13-75.
- Donchin E, Coles MGH. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating?. *Behav Brain Sci*. 11: 357-374.
- DSM-IV (1995). Widiger, TA, Frances, AJ, Pincus, HA. (Eds.) 2da. Ed. Vol.2. Amer Psychiatric Pr.
- Engle RW (1996). Working memory and retrieval: an inhibition-resource approach. In: Richardson JT, Engle RW, Hasher L, Logie RH, Stoltzfus, Zacks RT (Eds.). *Working Memory and Human Cognition*. New York, Oxford University Press. pp 89-116.
- Escera C, Yago E, Alho K (2001). Electrical responses reveal the temporal dynamics of brain events during involuntary attention switching. *Eur J Neurosci*. 14(5):877-83.
- Fabiani M, Gratton G, Coles MGH (2000). *Event-related Brain Potentials*. En Handbook of Psychophysiology. (Cacciopo JT, Tassinari LG y Berntson GG Eds.). Cambridge University Press. UK. pp 53-84
- Feldt RC, Witte KL (1987). Metamemorial knowledge of good and poor readers: a developmental perspective. *J Genet Psychol*. 148(4):415-26.
- Filipek PA (1995). Neurobiologic correlates of developmental dyslexia: How do dyslexics' brains differ from those of normal readers?. *J Child Neurol*. 10:S62-S69.
- Flannery KA, Liederman J, Daly L, Schultz J (2000). Male prevalence for reading disability is found in a large sample of black and white children free from ascertainment bias. *J Int Neuropsychol Soc*. 6(4): 433-442.
- Fletcher JM, Shaywitz SE, Shankweiler DP, Katz L, Liberman IY, Steubing KK, Shaywitz BA (1994). Cognitive profiles of reading disability: comparisons of discrepancy and low achievement definitions. *J Educ Psychol*. 86: 6-23.
- Frank Y, Seiden JA, Napolitano B (1994). Event-related potentials to an "oddball" auditory paradigm in children with learning disabilities with or without deficit hyperactivity disorder. *Clin. Electroencephal*. 25(4):136-141.
- Frank Y, Seiden JA, Napolitano B (1998). Electrophysiological changes in children with learning and attentional abnormalities as a function of age: event-related potentials to an "oddball" paradigm. *Clin. Electroencephal*. 29 (4): 188-193.
- Gaillard WD, Pugliese M, Grandin CB, Braniecki SH, Kondapaneni P, Hunter K, Xu B, Petrella JR, Balsamo L, Basso G (2001). Cortical localization of reading in normal children: an fMRI language study. *Neurology*. 57(1): 47-54.
- Galaburda AM (1989). Ordinary and extraordinary brain development: Anatomical variations in developmental dyslexia. *Ann Dyslexia*. 39:67-80.
- Galaburda AM, Menard MT, Rosen GD (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 91: 8010-8013.
- Gaskins IW, Downer MA, Anderson RC y cols. (1988). A metacognitive approach to phonics: Using what you know to decode what you don't know. *Remed Special Edu*. 9: 36-41.
- Gevins A, Cutillo B (1993). Spatiotemporal dynamics of component processes in human working memory. *Electroenceph clin Neurophysiol*. 87:128-143.
- Gevins A, Smith ME, McEvoy L, Yu D (1997). High-resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: effects of task difficulty, type of processing, and practice. *Cereb Cortex*. Jun 7(4): 374-385.
- Goldberg TE, Berman KF, Fleming K, Ostrem J, Van Horn JD, Esposito G, Mattay VS, Gold JM, Weinberger DR (1998). Uncoupling cognitive workload and prefrontal cortical physiology: a PET rCBF study. *Neuroimage*. 7:296-303.

- Golden, C.J. (1978). Stroop Color and Word Test. A Manual for Clinical and Experimental uses. Stoelting Company. USA.
- Goldman-Rakic PS, Friedman HR (1991). The circuitry of working memory revealed by anatomy and metabolic imaging. En: Frontal lobe function and dysfunction; H.S. Levin, H.M. Eisenberg, and A.L. Benton, Eds. Oxford University Press, New York. pp. 72-91
- Goldman-Rakic P S (1992). *Working memory and the mind*. Scientific American. p.p. 73-79.
- González-Garrido AA, Alvarez-Amador A, Morgade-Font R y cols. (1993). Comparison of EEG abnormal activities in learning disabled, behavioral disordered and normal children. *Archivos del INNN*. 5:115-121.
- González-Garrido AA, Gómez-Velázquez FR, Gumá E, Zarabozo D (2001). Event-related brain potentials in normal children during detection of inverse serial digits. *NeuroReport* 12(9): 1993-1999.
- Gopher D, Donchin E (1986). Workload-An examination of the concept. En Handbook of Human Perception and Performance (K.R. Boff, L. Kaufman, and J.P. Thomas, Eds.). Wiley, New York. pp. 41-49
- Gottardo A, Stanovich KE, Siegel LS. (1996). The relationships between phonological sensitivity, syntactic processing, and verbal working memory to reading performance of third-grade children. *J Exp Child Psychol*. 63(3): 563-582.
- Grigorenko EL, Wood FB, Meyer MS, Pauls JE, Hart LA, Pauls DL (2001). Linkage studies suggest a possible locus for developmental dyslexia on chromosome 1p and 6p. *Am J Med Genet*. 105 (1): 120-129.
- Grippo A, Pelosi L, Mehta V, Blumhardt LD (1996). Working memory in temporal lobe epilepsy: an event-related potential study. *Electroencephalogr clin Neurophysiol*. 99(3): 200-213.
- Gulyas B (2001). Neural networks for internal reading and visual imagery of reading: a PET study. *Brain Res Bull*. 54(3):319-28.
- Harmony T (1989). Psychophysiological evaluation of children's neuropsychological disorders. *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. 15:265-290.
- Harmony T, Hinojosa G, Marosi E, Becker J, Rodriguez M, Reyes A, Rocha C (1990). Correlation between EEG spectral parameters and an educational evaluation. *Int J Neurosci*. 54:147-155.
- Harmony T, Marosi E, Becker J, Rodriguez M, Reyes A, Fernández T, Silva J, Bernal A (1995). Longitudinal quantitative EEG study of children with different performances on a reading-writing test. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 00:1-9.
- Harris KR, Graham S, Pressley M (1992). Cognitive behavioral approaches in reading and written language: Developing self-regulated learners. In: Singh, N.N.; Beale I.L. (Eds.). *Learning Disabilities: Nature, Theory, and Treatment*. New York: Springer-Verlag. 415-451.
- Heland, T.; Asbjornsen, A. (2000), Executive functions in dyslexia. *Neuropsychol Dev Cogn Sect C Child Neuropsychol*. 6,1, 37-48.
- Hepworth SL, Rovet JF, Taylor MJ. (2001). Neurophysiological correlates of verbal and non-verbal short-term memory in children: repetition of words and faces. *Psychophysiology* 2001; 38(3):594-600.
- Hillyard SA, Picton TW (1989). Electrophysiology of cognition. Handbook of Physiology: The Nervous System V. USA. pp 519-584.
- Honda M, Barrett G, Yoshimura N y cols. (1996). Event-related potentials during paired associate memory paradigm. *Electroencephalogr clin Neurophysiol*. 100(5):407-421.
- Houghton S, Douglas G, West J, Whiting K, Wall M, Langsford S, Powell L, Carroll A (1999), Differential patterns of executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder according to gender and subtype, *J Child Neurol*. 14,12, 801-805.

- Ji J, Porjesz B, Chorlian D, Begleiter H (1998). Event-related potentials during digit recognition tasks. *Brain Res Cogn Brain Res*. 7(2):179-90.
- Johnston A, Venables PH (1982), Specificity of attention in the Stroop test: an EP study. *Biol Psychol*. 15,1-2, 75-83
- Jong PF (1998). Working memory deficits of reading disabled children. *J. Exp. Child Psychol*. 70,2, 75-96.
- Just MA, Carpenter PA (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychol Rev*. 99:122-149.
- Kavale KA (1980). The reasoning abilities of normal and learning disabled readers on measures of reading comprensión. *Learn Disabil*. 3:34-45.
- Kieras DE, Meyer DE, Mueller S, Seymour T (1999). Insights into Working Memory from the perspective of the EPIC Architecture for modeling skilled perceptual-motor and cognitive human performance. En: Miyake y Shah. *Models of Working Memory*. Cambridge University Press. pp 183-223.
- Kirk SA, Gallagher J (1989). *Educating Exceptional Children*. U.S.A.: Houghton Mifflin Co.
- Kirk RE (1995). Experimental design. Procedures for the Behavioral Sciences. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole; 1995, pp. 251-307.
- Kiss I, Pizio C, Francois A, Schopflocher D (1998). Central executive function in working memory: event-related brain potential studies. *Cog. Brain Res*. 6:235-247.
- Klimesch W, Pfurtscheller G, Mohl W (1988). ERD mapping and long-term memory: the temporal and topographical pattern of cortical activation. In G. Pfurtscheller and F.H. Lopes da Silva (Eds.), *Functional Brain Imaging*. Hans Huber, Toronto, 131-141.
- Klimesch W, Pfurtscheller G, Mohl W, Schimke H (1990). Event-related desynchronization, ERD mapping and hemispheric differences for words and numbers. *Int J Psychophysiol*, 8: 297-308.
- Kotchoubey BI, Jordan JS, Grozinger B, Westphal KP, Kornhuber HH (1996). Event-related brain potentials in a varied-set memory search task: A reconsideration. *Psychophysiol*. 33:530-540.
- Kraus N, McGee TJ, Carell TD y cols. (1996): Auditory neurophysiologic responses and discrimination deficits in children with learning problemas. *Science*. 273:971-973.
- Lazar J, Frank Y (1998). Frontal systems dysfunction in children with attention-deficit/hyperactivity disorder and learning disabilities. *J Neuropsychiatry Clin. Neurosciences*.10(2):160-7. Añadir a texto.
- Lemoine HE, Levy BA, Hutchinson A (1993). Increasing the naming speed of poor readers: Representations formed across repetitions. *J Exp Child Psychol* 55:297-328.
- Leather CV, Henry LA. (1994). Working memory span and phonological awareness tasks as predictors of early reading ability. *J Exp Child Psychol*. 58(1): 88-111.
- Levin BE (1990). Organizational deficits in dyslexia: Possible frontal lobe dysfunction. *Dev Neuropsychol* 6: 95-110.
- Licht R, Bakker DJ, Kok A, Bouma A (1988). The development of lateral event-related potentials (ERPs) related to word naming: a four year longitudinal study. *Neuropsychologia*. 26(2): 327-340.
- Licht R, Bakker DJ, Kok A, Bouma A (1992). Grade-related changes in event-related potentials (ERPs) in primary school children: differences between two reading tasks. *J Clin Exp Neuropsychol*. 14(2): 193-210.
- Lovett MW (1991). Reading, writing, and remediation: Perspectives on the dyslexic learning disability from remedial outcomes data. *Learn Indiv Diff*. 3:295-305.

- Lovett MW, Borden SL, DeLuca T. y cols. (1994). Treating the core deficits of developmental dyslexia: Evidence of transfer-of-learning following phonologically-and strategy-based reading training programs. *Dev Psychol.* 30:805-822.
- Lovett MW (2000). Developmental reading disorders. In: *Patient-Based Approaches to Cognitive Neuroscience*. Farah, M.J. y Feinberg, T.E. (Eds.) The MIT Press. London, England. pp 247-261.
- Lovrich D, Cheng JC, Velting DM (1996). Late cognitive brain potentials, phonological and semantic classification of spoken words, and reading ability in children. *J Clin Exp Neuropsychol.* 18(2): 161-177.
- Luck SJ, Woodman GF, Vogel EK (2000). Event-related potential studies of attention. *Trends Cogn Sci.* 4(11):432-440.
- Markee T, Brown WS, Moore LH, Theberge DC (1996). Callosal Function in Dyslexia: Evoked Potentials interhemispheric transfer time and Bilateral field advantage. *Developm Neuropsychol.* 12(4): 409-428.
- Mattson AJ, Sheer DE, Fletcher M (1992). Electrophysiological evidence of lateralized disturbances in children with learning disabilities. *J Clin Exp Neuropsychol.* 14(5): 707-16.
- Matute E (2001). Neuropsicología de la Lectura. En: Alcaraz Romero VM; Gumá DE (Eds) *Texto de Neurociencias Cognitivas*. Manual Moderno. México. pp 281-306
- Matute E, Leal F (1996), ¿Se puede evaluar la coherencia en narrativas escritas por niños?. *Revista Latinoamericana de Lectura. Lectura y Vida.* 17(3): 5-15.
- Meltzer LJ (1994). Assessment of learning disabilities: The challenge of evaluating the cognitive strategies and processes underlying learning. In: Lyon, G.R. (ed.) *Frames of Reference for the Assessment of Learning Disabilities: New Views on Measurement Issues*. Baltimore: Brookes. 571-606.
- Mesulam M-M (2000). *Principles of behavioral and cognitive neurology*. Oxford, University Press. pp 43-45.
- Meyer MS, Wood FB, Hart LA, Felton RH (1998). Selective predictive value of rapid automatized naming in poor readers. *J. Learn Disabil.* 31(2): 106-117.
- Montgomery JW (1995). Sentence comprehension in children with specific language impairments: the role of phonological working memory. *J Speech Hear Res.* 38(1): 187-199.
- Miyake A, Shah P (1999). *Models of Working Memory*. Cambridge University Press, USA.
- National Reading Panel (2000). National Institute of Child Health and Human Development. U.S.A.
- Oakhill J, Kyle F. (2000). The relation between phonological awareness and working memory. *J Exp Child Psychol.* 75(2):152-64
- Olson RK, Wise B, Conners F, Rack J (1990). Organization, heritability, and remediation of component word recognition and language skills in disabled readers. In: Carr T, Levy BA (Eds.) *Reading and its Development: Component skills Approaches*. New York: Academic Press.
- Olson RK, Wise BW (1992). Reading on the computer with orthographic and speech feedback. *Reading Writing.* 4:107-144.
- Otten LJ, Rugg MD (2001). Electrophysiological correlates of memory encoding are task-dependent. *Brain Res Cogn Brain Res.* 12(1):11-8.
- Paris SG, Oka ER (1989). Strategies for comprehending text and coping with reading difficulties. *Learn Disabil Q.* 12: 32-42.
- Pelosi L, Hayward M, Blumhardt LD (1995). Is “memory-scanning” time in Sternberg paradigm reflected in the latency of event-related potentials?. *Electroencephalogr clin Neurophysiol: Evoked Potentials.* 96:44-55.
- Pennington BF (1989). Using genetics to understand dyslexia. *Ann. Dyslexia.* 39: 81-93.

- Peres M, Van De Moortele PF, Pierard C, Lehericy S, Satabin P, Le Bihan D, Guezennec CY (2000). Functional magnetic resonance imaging of mental strategy in a simulated aviation performance task. *Aviat Space Environ Med.* 71(12):1218-31.
- Plomin R. (2001). Genetic factors contributing to learning and language delays and disabilities. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am.* 10(2): 259-277.
- Pratt H, Michalewski H, Barret G, Starr A (1989). Brain potentials in a memory-scanning task. Modality and task effects on potentials to the probes. *Electroencephalogr clin Neurophysiol.* 72:507-517.
- Pritchard, WS (1981). Psychophysiology of P300. *Psychological Bulletin.* 89: 506-540.
- Rippon G, Brunswick N (2000). Trait and state EEG indices of information processing in developmental dyslexia. *Int J Psychophysiol.* 36(3):251-65.
- Roth SF, Beck IL (1987). Theoretical and instructional implications of the assessment of two microcomputer word recognition programs. *Read. Res. Q.* 22:197-218.
- Rutter M, Yule W (1975). The concept of specific reading retardation. *J Child Psychiatr.* 16:181-197.
- Scarborough, H.S. (1990), Very early language deficits in dyslexic children. *Child Devel,* 61,1728-1743.
- Schunn CD, Reder LM (2001). Another source of individual differences: strategy adaptativity to changing rates of success. *J Exp Psychol Gen.* 130(1):59-76.
- Semrud-Clikeman M, Guy K, Griffin JD, Hynd GW (2000). Rapid naming deficits in children and adolescents with reading disabilities and attention deficit hyperactivity disorder. *Brain Lang.* 74(1): 70-83.
- Shallice T (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure.* Cambridge University Press, New York.
- Shallice, T. (1992), Neuropsychological investigation of supervisory processes. En A. Baddeley & L. Weiskrantz (Eds.). *Attention: Selection, awareness and control.* A tribute to Donald Broadbent. Oxford: Oxford University Press.
- Shaywitz SE, Shaywitz BA, Pugh KR, Fulbright RK, Constable RT, Mencl WE, Shankweiler DP, Liberman AM, Skudlarski P, Fletcher JM, Katz L, Marchione KE, Lacadie C, Gatenby C, Gore JC (1998). Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95(5): 2636-2641.
- Siegel LS, Ryan EB (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development.* 60(4):973-980.
- Simos PG, Breier JI, Fletcher JM, Forman BR, Bergman E, Fishbeck K, Papanicolaou AC (2000). Brain activation profiles in dyslexic children during non-word reading: a magnetic source imaging study. *Neurosci Lett.* 290(1): 61-65.
- Snowling M, Hulme C.(1994). The development of phonological skills. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 346(1315): 21-27.
- Snyder AZ, Abdullaev YG, Posner MI, Raichle ME (1995). Scalp electrical potentials reflect regional cerebral blood flow responses during processing of written words. *Proc Natl Acad Sci USA.* 92:1689-1693.
- Squires KC, Hillyard SA, Lindsay PH (1973). Vertex potentials evoked during auditory signal detection: relation to decision criteria. *Percept Psychophys.* 14:265-272.
- Stanovich KE (1986). Explaining the differences between the dyslexic and the garden-variety poor reader: the phonological-core variable-difference model. *J Learn Disabilities.* 21:590-604.
- Stanovich KE, Siegel LS (1994), Phenotypic performance profile of children with reading disabilities: A regression-based test of the phonological-core variable-difference model. *J. Educ Psychol,* 86,24-53.

- Stanovich KE (1994). Annotation: Does dyslexia exist? *J. Child Psychol Psychiatry*, 1994; 55:579-595.
- Sternberg S (1966). High-speed scanning in human memory *Science* 153: 652-654.
- Stroop JR (1935). Studies of interference in serial verbal reaction. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Swanson HL (1994). Short-term memory and working memory: do both contribute to our understanding of academic achievement in children and adults with learning disabilities?. *J. Learn Disabilities*. 27 (1): 34-50.
- Talsma D, Wijers AA, Klaver P, Mulder G (2001). Working memory processes show different degrees of lateralization: evidence from event-related potentials. *Psychophysiology*. 38(3):425-39.
- Taylor MJ, Keenan NK (1990). Event-related potentials to visual and language stimuli in normal and dyslexic children. *Psychophysiology*. 27: 318-327.
- Temple E, Poldrack RA, Salidis J, Deutsch GK, Tallal P, Merzenich MM, Gabrieli JD (2001). Disrupted neural responses to phonological and orthographic processing in dyslexic children: an fMRI study. *Neuroreport*. 12(2):299-307.
- Van Strien JW, Licht R, Bouma A, Bakker DJ (1989). Event-related potentials during word-reading and figure-matching in left-handed and right-handed males and females. *Brain Lang*. 37(4): 525-547.
- Vellutino FR, Scanlon DM (1987). Phonological coding, phonological awareness, and reading ability: Evidence from a longitudinal and experimental study. *Merrill-Palmer Q*. 33:321-363.
- Webster PE, Plante AS, Couvillion LM (1997). Phonologic impairment and prereading: update on a longitudinal study. *J Learn Disabil*. 30(4): 365-375.
- Wechsler D (1984). WISC-RM. *Escala de Inteligencia revisada para el nivel escolar*. Manual Moderno. México.
- White DA, Nortz MJ, Mandernach T, Huntington K, Steiner RD (2001). Deficits in memory strategy use related to prefrontal dysfunction during early development: evidence from children with phenylketonuria. *Neuropsychology*. 15(2):221-9.
- Wintink AJ, Segalowitz SJ, Cudmore LJ (2001). Task complexity and habituation effects on frontal P300 topography. *Brain Cogn*. 46(1-2):307-11.
- Witelson SF (1977). Developmental dyslexia: two right hemispheres and none left. *Science*. 195(4275):309-11.
- Wolf M, Obregón M (1992). Early naming deficits, developmental dyslexia, and a specific deficit hypothesis. *Brain Lang*. 42:219-247.



**APÉNDICE 1.**

**FICHA GENERAL**

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **CODIGO:** \_\_\_\_\_

**FECHA DE NACIMIENTO:** \_\_\_\_\_ **EDAD:** \_\_\_\_\_ **PESO:** \_\_\_\_\_ **TALLA:** \_\_\_\_\_

**GRADO:** \_\_\_\_\_ **GRUPO DE ESTUDIO:** \_\_\_\_\_

**ESCUELA:** \_\_\_\_\_

**PROMEDIO ACADÉMICO DEL GRADO INMEDIATO ANTERIOR:** \_\_\_\_\_

**DOMICILIO:** \_\_\_\_\_

**TELÉFONO:** (    ) \_\_\_\_\_.

**DATOS DEL PADRE:**

**EDAD:** \_\_\_\_ **ESCOLARIDAD:** \_\_\_\_\_ **ACTIVIDAD PROFESIONAL:** \_\_\_\_\_

**ENFERMEDADES CRÓNICAS:** \_\_\_\_\_

**HÁBITOS TÓXICOS (Alcoholismo, tabaquismo, drogas, etc.):** \_\_\_\_\_

**PRESENTÓ DIFICULTADES DE APRENDIZAJE O ATENCIÓN EN LA INFANCIA:** \_\_\_\_\_

**EN CASO DE SER ASÍ, EXPLIQUE:** \_\_\_\_\_

**DATOS DE LA MADRE:**

**EDAD:** \_\_\_\_ **ESCOLARIDAD:** \_\_\_\_\_ **ACTIVIDAD PROFESIONAL:** \_\_\_\_\_

**ENFERMEDADES CRÓNICAS:** \_\_\_\_\_

**HÁBITOS TÓXICOS (Alcoholismo, tabaquismo, drogas, etc.):** \_\_\_\_\_

**PRESENTÓ DIFICULTADES DE APRENDIZAJE O ATENCIÓN EN LA INFANCIA:** \_\_\_\_\_

**EN CASO DE SER ASÍ, EXPLIQUE:** \_\_\_\_\_

**DATOS DE LA FAMILIA:**

**INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR:** \_\_\_\_\_

**INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA:** \_\_\_\_\_

**LUGAR QUE OCUPA EL SUJETO EN LA DESCENDENCIA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_.

**EXISTE ALGÚN OTRO MIEMBRO DE LA FAMILIA CON ANTECEDENTES DE TRASTORNOS EN**

**EL APRENDIZAJE:** \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

**APÉNDICE 2.**

<b>CUESTIONARIO NEUROLÓGICO</b>		
<b>NOMBRE:</b> _____	<b>CODIGO:</b> _____	
<b>EDAD:</b> _____	<b>FECHA:</b> _____	<b>GRUPO:</b> _____

➤ **HISTORIA DEL EMBARAZO:**

Embarazo número: \_\_\_\_\_  
 Abortos previos: SI \_\_\_ NO \_\_\_ CUANTOS: \_\_\_\_\_  
 Atención prenatal: SI \_\_\_ NO \_\_\_  
 Gestación \_\_\_\_\_ Semanas: \_\_\_\_\_  
 Tipo de parto: Vaginal \_\_\_ Forceps \_\_\_ Cesárea \_\_\_  
 Anestesia: SI \_\_\_ NO \_\_\_ General \_\_\_ Bloqueo \_\_\_  
 Cianosis: SI \_\_\_ NO \_\_\_ Incubadora: SI \_\_\_ NO \_\_\_  
 Icteria: SI \_\_\_ NO \_\_\_ Peso al nacer: \_\_\_\_\_ Apgar.: \_\_\_\_\_

➤ **HISTORIA DE DESARROLLO:**

Edad en la que: \_\_\_\_\_ Ha recibido tratamiento de: \_\_\_\_\_  
 Se volteó en la cuna: \_\_\_\_\_ meses. Terapeuta de aprendizaje: \_\_\_\_\_  
 Sostuvo la cabeza: \_\_\_\_\_ meses. Psicólogo: \_\_\_\_\_  
 Gateó: \_\_\_\_\_ meses. Psiquiatra: \_\_\_\_\_  
 Primera palabra: \_\_\_\_\_ meses. Neurólogo: \_\_\_\_\_  
 Control de esfínteres: \_\_\_\_\_ meses. Neurocirujano: \_\_\_\_\_

➤ **ANTECEDENTES PATOLÓGICOS:**

Traumatismo cráneo-encefálico: SI \_\_\_ NO \_\_\_ Cuando: \_\_\_\_\_  
 Pérdida de conciencia: \_\_\_\_\_ Sonambulismo SI \_\_\_ NO \_\_\_  
 Terrores nocturnos SI \_\_\_ NO \_\_\_ Enuresis SI \_\_\_ NO \_\_\_ Cefalea SI \_\_\_  
 NO \_\_\_ Espasmos del sollozo SI \_\_\_ NO \_\_\_ Crisis convulsivas SI \_\_\_ NO \_\_\_  
 Tipo: \_\_\_\_\_ Frecuencia: \_\_\_\_\_ Tratamiento: \_\_\_\_\_  
 Fracturas: \_\_\_\_\_ Cirugías: \_\_\_\_\_

Actualmente toma algún medicamento: \_\_\_\_\_ Cuál: \_\_\_\_\_

Diagnóstico y tiempo de tratamiento: \_\_\_\_\_

Necesita lentes, aparato para oír o tiene alguna dificultad para mover o usar alguna de sus extremidades: \_\_\_\_\_

Tiene dificultades para dormir o problemas de memoria: \_\_\_\_\_

Considera que su desarrollo del lenguaje fue normal, en caso contrario explique: \_\_\_\_\_

➤ **OBSERVACIONES GENERALES:**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**APÉNDICE 3.**

**ENCUESTA SOCIOECONÓMICA**

**Escala de Clasificación Socioeconómica de la Secretaría de Salud Edo. De Jalisco.**

**APÉNDICE 4.****ESCALA DE CALIFICACIÓN PARA PADRES CONNERS**

Fecha: _____
Nombre del niño: _____
Edad: _____ Fecha de Nacimiento: _____ Grado: _____
Nombre de los padres: _____
_____

**Instrucciones:** Por favor, responda a todas las preguntas. A un lado de cada uno de los reactivos que se encuentran a continuación, indique el grado de problema con una marca (X).

	Nunca	Solo un poco	Bastante	Mucho
1.- Se escarba o jala (las uñas, dedos, cabello, ropa).				
2.- Es insolente con los adultos.				
3.- Tiene problemas para hacer o conservar amigos.				
4.- Es excitable, impulsivo.				
5.- Quiere controlar las cosas.				
6.- Chupa o mastica (el dedo, ropa, cobija).				
7.- Lloro con facilidad o con frecuencia.				
8.- Busca problemas.				
9.- Es soñador.				
10.- Tiene dificultades para aprender.				
11.- Es inquieto, no puede dejar de moverse.				
12.- Es temeroso (de situaciones nueva, nuevas personas, o lugares, de ir a la escuela).				
13.- Está inquieto, siempre está de un lado a otro.				
14.- Es destructivo.				
15.- Dice mentiras o historias que no son ciertas				
16.- Es tímido.				
17.- Se mete en más problemas que los demás niños de su edad.				
18.- Habla de manera diferente a otros niños de su edad (habla infantil, tartamudea, es difícil entenderle):				
19.- Niega errores o culpa a otros.				
20.- Es pendenciero.				
21.- Hace pucheros o está malhumorado.				
22.- Roba.				
23.- Es desobediente u obedece pero con resentimiento.				
24.- Se preocupa más que otros (de estar solo, de enfermedad o muerte).				
25.- No termina las cosas.				
26.- Se hiere emocionalmente con facilidad.				
27.- Es abusivo con los demás.				
28.- Es incapaz de cesar una actividad repetitiva.				
29.- Es cruel.				

	Nunca	Solo un poco	Bastante	Mucho
30.- Es infantil o inmaduro (desea ayuda que no debería necesitar, depende de otros, necesita constantemente afirmaciones de seguridad).				
31.- Es distraído o tiene problemas de lapso de atención.				
32.- Tiene dolores de cabeza.				
33.- Cambia de estado de ánimo de manera rápida y drástica.				
34.- No le gusta seguir o no sigue las reglas o restricciones.				
35.- Pelea constantemente.				
36.- No se lleva bien con hermanos o hermanas.				
37.- Se frustra con facilidad ante los esfuerzos.				
38.- Molesta a otros niños.				
39.- Es básicamente un niño infeliz.				
40.- Tiene problemas con la comida (poco apetito, se levanta de la mesa entre bocados).				
41.- Tiene dolores de estómago.				
42.- Tiene problemas de sueño (no puede dormir, se levanta demasiado temprano, se levanta por la noche).				
43.- Tiene otros dolores o molestias.				
44.- Vómito o náuseas.				
45.- Se siente traicionado en el círculo familiar.				
46.- Alardea y es fanfarrón.				
47.- Deja que los demás lo dominen.				
48.- Tiene problemas intestinales (con frecuencia tiene diarrea, hábitos irregulares para ir al baño, estreñimiento).				
<b>SUBTOTAL</b>				
<b>Puntuación por factor:</b>				
Factor 1: _____				
Factor 2: _____				
Factor 3: _____				
Factor 4: _____				
Factor 5: _____				
Factor 6: _____				

**APÉNDICE 5.**

<b>NOMBRE:</b> _____	<b>CODIGO:</b> _____
<b>EDAD:</b> _____	<b>FECHA:</b> _____
<b>GRUPO:</b> _____	<b>HORA INICIAL:</b> _____
	<b>FINAL:</b> _____

**PRUEBA DE ANNET PARA MANUALIDAD**

Responda con cuál de las manos realiza **habitualmente** cada una de las siguientes actividades marcando con una cruz la columna correspondiente.

	DERECHA	IZQUIERDA	CUALQUIERA
1.- ESCRIBIR CON LÁPIZ	_____	_____	_____
2.- LANZAR PELOTAS	_____	_____	_____
3.- EMPUÑAR RAQUETA	_____	_____	_____
4.- ENCENDER CERILLOS	_____	_____	_____
5.- EMPUÑAR MARTILLO	_____	_____	_____
6.- CEPILLARSE LOS DIENTES	_____	_____	_____
7.- CORTAR CON TIJERA	_____	_____	_____
8.- ENSARTAR AGUJA	_____	_____	_____
9.- EMPUÑAR LA ESCOBA	_____	_____	_____
10.- EMPUÑAR UNA PALA	_____	_____	_____
11.- REPARTIR CARTAS	_____	_____	_____
12.- DESENROSCAR UNA TAPA	_____	_____	_____

**APÉNDICE 6.****TAREAS LECTORAS****1. TEXTO****Bolita de Nieve.**

Era un corderito que vivía en el bosque, y en él tenía a todos sus amigos. La ardilla juguetona, el veloz venado, los simpáticos conejitos, los pajaritos y otros más.

Todos eran amigos de Bolita de Nieve y eran felices a su lado. Solamente había uno, que era el Lobo, que nunca quiso ser amigo del corderito. Por el contrario, deseaba encontrarse a solas con él, para devorarlo.

Cierto día se disfrazó de anciano y se acercó a Bolita de Nieve.

- Buenos días, amiguito. Vengo a decirte que me resultas tan simpático, que tengo para ti un regalo dentro de mi cueva, acompáñame hasta ella y te lo daré.

Pero los demás animalitos, sospechaban de las intenciones de aquel desconocido. En cambio, Bolita de Nieve se mostraba muy confiado, diciendo:

- Está bien, buen anciano. Le acompañaré para que no tropiece con las piedras. Con esas gafas verá poco, y puede caer.

El lobo y Bolita de Nieve echaron a andar. Muy contento el primero, porque había conseguido engañar al corderito. Pero los animalitos del bosque estaban intranquilos y mucho más los conejitos, quienes decididos a descubrir el engaño, pisaron sobre las barbas del falso anciano, y quedó al descubierto el Lobo.

Todos ellos se lanzaron sobre el malvado animal y le atacaron, hostigándolo por todas partes. El Lobo huyó del bosque para siempre.

Bolita de Nieve quedó muy agradecido por el comportamiento de todos sus buenos amigos. Gracias a ellos se había salvado de caer en las garras del sanguinario Lobo. Entonces, y para celebrarlo, todo fue fiesta en el bosque.

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_  
**Grado:** \_\_\_\_\_ **Escuela:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_  
**Grupo:** \_\_\_\_\_ **Teléfono:** \_\_\_\_\_

Bolita de Nieve.

Era un corderito que vivía en el bosque, y en él tenía a todos sus amigos. La ardilla juguetona, el veloz venado, los simpáticos conejitos, los pajaritos y otros más.

Todos eran amigos de Bolita de Nieve y eran felices a su lado. Solamente había uno, que era el Lobo, que nunca quiso ser amigo del corderito. Por el contrario, deseaba encontrarse a solas con él, para devorarlo.

Cierta día se disfrazó de anciano y se acercó a Bolita de Nieve.

- Buenos días, amiguito. Vengo a decirte que me resultas tan simpático, que tengo para ti un regalo dentro de mi cueva, acompáñame hasta ella y te lo daré.

Pero los demás animalitos, sospechaban de las intenciones de aquel desconocido. En cambio, Bolita de Nieve se mostraba muy confiado, diciendo:

- Está bien, buen anciano. Le acompañaré para que no tropiece con las piedras. Con esas gafas verá poco, y puede caer.

El lobo y Bolita de Nieve echaron a andar. Muy contento el primero, porque había conseguido engañar al corderito.

Pero los animalitos del bosque estaban intranquilos y mucho más los conejitos, quienes decididos a descubrir el engaño, pisaron sobre las barbas del falso anciano, y quedó al descubierto el Lobo.

Todos ellos se lanzaron sobre el malvado animal y le atacaron, hostigándolo por todas partes. El Lobo huyó del bosque para siempre.

Bolita de Nieve quedó muy agradecido por el comportamiento de todos sus buenos amigos. Gracias a ellos se había salvado de caer en las garras del sanguinario Lobo. Entonces, y para celebrarlo, todo fue fiesta en el bosque.

**Tiempo de lectura:** \_\_\_\_\_ **Palabras por minuto:** (261) \_\_\_\_\_

**Palabras omitidas:** \_\_\_\_\_ **Palabras modificadas:** \_\_\_\_\_

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Nombre: \_\_\_\_\_

### Comprensión de la lectura "Bolita de Nieve".

- 1.- ¿Por qué el corderito se llamaba Bolita de Nieve? \_\_\_\_\_
- 2.- ¿Quiénes eran los amigos del corderito? \_\_\_\_\_
- 3.- ¿Por qué solamente el lobo no quería ser amigo del corderito? \_\_\_\_\_
- 4.- ¿Por qué el Lobo se disfrazo de anciano? \_\_\_\_\_
- 5.- ¿Qué le dijo el Lobo al corderito para que lo acompañara? \_\_\_\_\_
- 6.- ¿Por qué Bolita de Nieve se mostró muy amigable con el Lobo disfrazado y se fue con él? \_\_\_\_\_
- 7.- ¿Por qué los amiguitos de Bolita de Nieve sospecharon sobre las intenciones del "anciano"? \_\_\_\_\_
- 8.- ¿Cómo se sintió el Lobo al engañar al corderito? \_\_\_\_\_
- 9.- ¿Cómo fue descubierto el falso anciano? \_\_\_\_\_
- 10.- ¿Por qué el Lobo huyó del bosque para siempre? \_\_\_\_\_
- 11.- ¿De qué salvaron sus amigos a Bolita de Nieve? \_\_\_\_\_
- 12.- ¿Qué enseñanza puede obtenerse de esta historia? \_\_\_\_\_

**Puntuación de comprensión:**

**Calificación:**

**2 :** si recuerda bien los hechos o comprende el significado implícito de la pregunta y puede expresa su respuesta de manera explícita y coherente.

**1 :** no recuerda bien los hechos o no comprende el significado implícito de la pregunta o no puede expresar su respuesta de manera explícita y coherente.

**0 :** no comprendió la pregunta, no encuentra la respuesta apropiada por no comprender el texto o expresó su respuesta con palabras que no comunican ninguna idea.

**Unidades narrativas del texto.**

- 1.- Presentación de Bolita de Nieve.
- 2.- Presentación de los amiguitos de Bolita de Nieve.
- 3.- Presentación del Lobo.
- 4.- El Lobo quiere comerse a Bolita de Nieve.
- 5.- El Lobo quiere encontrarse a solas con Bolita de Nieve para comérselo.
- 6.- El Lobo se disfraza de anciano.
- 7.- El anciano (lobo) invita a Bolita de Nieve a ir con él a su cueva.
- 8.- Los animalitos sospechan del anciano.
- 9.- Bolita de Nieve acepta la invitación del anciano (lobo).
- 10.- El lobo y Bolita de Nieve caminan juntos.
- 11.- El Lobo está contento de haber engañado a Bolita de Nieve.
- 12.- Los animalitos siguen al Lobo y a Bolita de Nieve (o alternativamente acuden a ayudarlo).
- 13.- Los animalitos descubren al Lobo.
- 14.- Los animalitos atacan al Lobo.
- 15.- El lobo huye del bosque.
- 16.- Bolita de Nieve está agradecido con sus amigos (o alternativamente les da las gracias).
- 17.- Reflexión externa al cuento ("Bolita de Nieve" se había salvado de las garras del lobo").
- 18.- Final feliz ("se celebra una fiesta en el bosque", "Bolita de Nieve y sus amigos hacen una fiesta en el bosque").

Lectura de no-palabras.			
Nombre: _____		Fecha: _____	
1 til	14 poblen	27 elja	39 guternos
2 et	15 huefar	28 zoña	40 quimajo
3 plas	16 dorte	29 fulas	41 episto
4 gio	17 pota	30 salla	42 pilova
5 tis	18 creto	31 supeto	43 prellona
6 pir	19 sueta	32 jigana	44 deporsa
7 ban	20 ase	33 presifos	45 penifa
8 tro	21 moti	34 docusar	46 zequipe
9 muas	22 ceiten	35 oprita	47 catrosa
10 dus	23 aplis	36 guaconto	48 camirelo
11 naros	24 lumir	37 labono	49 almotenar
12 tresan	25 pirre	38 percea	50 actimibad
13 probesala	26 nimultaseo		<b>Palabras modificadas:</b> _____

Dictado de no-palabras.			
1 mel	14 baper	27 pueka	39 fatenco
2 rit	15 atre	28 loyona	40 ogama
3 cas	16 doba	29 macoto	41 terrefa
4 tao	17 trado	30 meloga	42 castolo
5 nes	18 ilea	31 grosinas	43 rifena
6 der	19 ara	32 buliter	44 junipe
7 tla	20 sute	33 abreto	45 palesta
8 bros	21 nuetri	34 guepillo	46 rentimiendo
9 luar	22 solra	35 topera	47 camposimor
10 bin	23 iplor	36 lefuaste	48 intremenco
11 nepos	24 pulco	37 joporcos	49 notidación
12 cruste	25 clanfo	38 quetino	50 secompenra
13 pertan	26 teño		<b>Palabras modificadas:</b> _____

Lectura de palabras.			
Nombre: _____		Fecha: _____	
1 mes	14 sirven	27 puma	39 tamaño
2 miel	15 frente	28 todo	40 curioso
3 pie	16 libro	29 explicar	41 colmillo
4 ser	17 bueno	30 acuerdos	42 pesado
5 pez	18 grueso	31 billete	43 molesta
6 sol	19 blando	32 cuidado	44 tristeza
7 plan	20 siesta	33 jeringa	45 parchado
8 tren	21 también	34 conmigo	46 desayunar
9 tos	22 otros	35 divertida	47 movimiento
10 flan	23 tiene	36 salvaje	48 elefante
11 dormir	24 alto	37 abrigo	49 comunican
12 muchos	25 nadie	38 descubrir	50 recompensa
13 porque	26 feliz		<b>Palabras modificadas:</b> _____

Dictado de palabras.			
1 gas	14 tejón	27 pasa	39 segundo
2 piel	15 viste	28 despegar	40 libertad
3 hoy	16 pero	29 invierno	41 helado
4 ver	17 cuello	30 callados	42 momento
5 luz	18 quieto	31 mantiene	43 cabeza
6 mil	19 blanco	32 joroba	44 enorme
7 flor	20 ciudad	33 esconden	45 cadena
8 bien	21 nombre	34 ayudarte	46 reconocer
9 fe	22 largo	35 perfecto	47 actividad
10 cal	23 tierra	36 regalo	48 teléfono
11 sobrar	24 lentes	37 alimentar	49 cazadores
12 garras	25 medio	38 detalles	50 demasiado
13 bosque	26 señal		<b>Palabras modificadas:</b> _____

## **APÉNDICE 7.**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DE LA BATERÍA PARA EL DIAGNÓSTICO NEUROPSICOLÓGICO AUTOMATIZADO (DIANA).**

#### ***Ejecución Continua:***

Es una tarea de atención sostenida (Continuous Performance Tasks), que exige del sujeto un proceso sostenido de selección y vigilancia, se considera una prueba de atención visual. Se usaron los siguientes parámetros de estimulación: Ensayos 100 por bloque, duración estímulo 500ms, intervalo Interestímulo 1000ms, porcentaje de presentación del estímulo blanco 30, Intervalo de reacción entre 50-1500ms. La tarea consta de la presentación una a una, en forma secuencial y aleatorizada de cinco letras (/A/C/E/T/S) en color blanco sobre fondo negro. Está dividida en 2 bloques; en el primero se pide a los sujetos que presionen una tecla con su índice derecho ante la presencia de la letra /S/ lo más rápido posible; en el segundo se informa a los sujetos que la estimulación será igual pero ahora deben considerar a la letra /A/ como una señal de aviso que puede ser seguida o no de la letra blanco (S), ante la cual deben presionar la tecla lo más rápido que les sea posible. Se midieron la cantidad de respuestas correctas de un total de 30 en el primero bloque y de 15 en el segundo, la cantidad de respuestas incorrectas (presionar una tecla ante una letra diferente de /S/) y el promedio de tiempo de reacción ante las respuestas correctas. Las instrucciones fueron leídas por el instructor de una pantalla en el monitor de la computadora y adicionalmente se realizó un ensayo consistente de 6 estímulos por bloque. En la aplicación de todas las tareas se respondió a las dudas que los sujetos tuvieran sobre la ejecución de la tarea y no se procedió a iniciar hasta que se estuvo seguro de que el sujeto comprendió las instrucciones.

#### ***Atención Dividida:***

La tarea de atención dividida (Dual Task) está diseñada para evaluar la capacidad de un sujeto para destinar sus recursos cognoscitivos a más de una tarea al mismo tiempo. Consistió en la realización de dos tareas de manera simultánea en la que se usaron los siguientes parámetros de estimulación: Ensayos 30, punto de fijación 100ms, asincronismo entre la presentación de los estímulos de la Tarea Principal y la Tarea Distractora 1000ms, duración del estímulo 1800 ms, intervalo interestímulo 1800ms, intervalo de reacción entre 100-3000ms. La tarea consta de la presentación de un punto de fijación en el centro de la pantalla posterior al cual aparece un cuadrado y en el centro del mismo cinco letras de las cuales todas son consonantes a excepción de la tercera letra que puede ser vocal o consonante, en seguida de un periodo de asincronismo de un segundo aparecen dos números, uno en la esquina superior derecha y otro en la esquina inferior izquierda. El sujeto es instruido para presionar con su índice derecho una tecla ante la presencia de una vocal (A, E, I, O, U) en la posición central (Tarea principal) y con su índice izquierdo en otra tecla ante la presencia de un número par (2, 4, 6, 8; Tarea distractora). Se leyeron las instrucciones al igual que en la

tarea anterior y se realizó un entrenamiento de 12 ensayos previo a la realización de la tarea. Se midió la cantidad de respuestas correctas por tarea, la cantidad de respuestas incorrectas y el promedio de tiempo de reacción

### ***Interferencia de colores y palabras:***

La tarea es una versión automatizada del Stroop Test, evalúa la capacidad de conservación de un patrón de comportamiento a pesar de la interferencia de factores contextuales, en ese sentido puede considerarse una tarea para evaluar las funciones de los lóbulos frontales y, en tanto que demanda operaciones de denominación y lectura, es sensible a trastornos de las funciones verbales. Consta de la presentación de las palabras VERDE, AZUL y ROJO en tinta que puede o no ser congruente con el significado de las palabras sobre un fondo negro en el monitor de una computadora. Se usaron los siguientes parámetros de estimulación: Ensayos 30 por bloque, duración estímulo 1000 ms, postintervalo 1000 ms, Intervalo de reacción entre 100-2000 ms. Se instruye inicialmente al sujeto para que reconozca las teclas de flechas /←/ como verde, /↑/ como azul y /→/ como rojo, realizando un entrenamiento previo para dicho reconocimiento. Posteriormente se inicia la tarea que consta de dos bloques: durante el primero se pide al sujeto que atienda al significado de las palabras que se le presentan, por ejemplo, ante la palabra VERDE, el sujeto debe presionar la tecla de /←/; en el segundo bloque se instruye al sujeto para que atienda al color de la tinta con que están impresas las palabras que se le presentan, ignorando el significado, por ejemplo, ante la palabra VERDE, el sujeto debe presionar la tecla /→/. Se leyeron las instrucciones presentadas en pantalla y se realizó un entrenamiento de 6 estímulos por bloque.

### ***Amplitud de memoria:***

Es una tarea que evalúa la capacidad de almacenamiento en memoria a corto plazo (SPAN), similar a la tarea de *retención de dígitos* de la Escala de Inteligencia de Wechsler, es probablemente, el criterio más aceptado de la capacidad de memoria a corto plazo y ha probado su sensibilidad en el diagnóstico de alteraciones de la memoria de trabajo. En la tarea se presentan en el monitor de una computadora dígitos uno a uno con los siguientes parámetros de estimulación: Duración del estímulo 500, postintervalo 2000, Intervalo de reacción 20000. Consta de dos etapas, la primera consta de 7 niveles con dos secuencias de números cada uno, iniciando con 3; se pide al sujeto que sostenga en memoria los dígitos que se le presentan y en cuanto aparezca la palabra “*responda*” deberá repetir la secuencia de números en el mismo orden de presentación y el evaluador la escribe en el teclado; la segunda etapa consta también de 7 niveles de dos secuencias de números cada una, iniciando en 2; se pide al sujeto que almacene la secuencia de dígitos pero ante la señal para responder deberá reproducir la secuencia en el orden inverso al que apareció. La tarea se discontinúa cuando el sujeto comete errores en las dos series del mismo tamaño. Se leen las instrucciones impresas en la pantalla y se brinda entrenamiento verbal antes de iniciar la prueba, ya que no se incluyen ensayos de entrenamiento. Se toma en cuenta la última cantidad de dígitos retenidos correctamente, tanto hacia adelante como hacia atrás.

***Secuencia espacial:***

Es una tarea de memoria secuencial visoespacial, en la que se usaron los siguientes parámetros de estimulación: Duración del estímulo 1500ms, intervalo interestímulo 1000ms. La tarea consta de 16 ensayos, que consisten cada uno de la presentación de 7 cubos de diferentes colores distribuidos de forma irregular en la pantalla que se apagan y encienden en una secuencia aleatoria, consta de 6 niveles de dos series de cada longitud, iniciando con el apagado y encendido de solamente dos de los cubos, el sujeto debe reproducir la secuencia en que se apagaron y encendieron usando el ratón de la computadora, debe reproducir correctamente dos serie de cada longitud antes de pasar al siguiente nivel, si el sujeto se equivoca en las dos series de la misma longitud se regresa un nivel. Se leen las instrucciones presentadas en pantalla y se realizan 2 ensayos antes de iniciar la tarea. Se registró la longitud de la última serie más larga reproducida correctamente.

***Aprendizaje de palabras:***

Es una tarea de memoria verbal, similar a la empleada en muchas pruebas neuropsicológicas, que permite explorar la capacidad para retener información verbal a corto plazo y puede brindar información sobre la capacidad para el aprendizaje verbal. En esta prueba se usaron los siguientes parámetros de estimulación: Ensayos 1, duración estímulo 2000ms, postintervalo 1000ms, intervalo de reacción 100-3000ms. Esta prueba también consta de dos partes, en la primera se presentan una a una 15 palabras, se pide al sujeto recordar la mayor cantidad de ellas sin importar el orden y repetirlas al finalizar la presentación para que el evaluador las escriba en una planilla presentada en pantalla, al mismo tiempo que el niño lee cada una de las palabras el evaluador lo hace en voz alta para asegurar la correcta identificación de las mismas y evitar errores atribuibles a la lectura, posteriormente se muestra en otra planilla las palabras que el sujeto no recordó y se le pide revisarlas para que en una segunda oportunidad pueda reproducir la mayor cantidad de palabras que le sea posible, nuevamente el evaluador escribe las palabras recordadas por el sujeto y se muestran aquellas que no fueron mencionadas. La segunda parte es una fase de reconocimiento en la que se presenta al sujeto una lista de 30 palabras una a una, en la que se incluyen las 15 palabras que el sujeto previamente debió aprender y 15 nuevas. La tarea del sujeto es presionar una tecla específica cuando reconoce la palabra que se le presenta como perteneciente a la lista original que tuvo que estudiar y otra tecla cuando no reconoce esa palabra como vista anteriormente. Se registra la cantidad de palabras recuperadas ante la primera presentación de la lista (Recuerdo libre 1), la cantidad de palabras recordadas ante la segunda presentación (Recuerdo libre 2), en la fase de reconocimiento se registra la cantidad de respuestas correctas, la cantidad de respuestas incorrectas, las no-respuestas y el promedio de tiempo de reacción. Se leen las instrucciones al sujeto presentadas en la pantalla y se brinda una explicación verbal ya que tampoco se incluyen ensayos en esta tarea. Pasados 20 minutos (durante los cuales se aplicó la tarea de Comprensión Sintáctica) se pide al sujeto nuevamente tratar de recordar la mayor cantidad de palabras que le sea posible de la lista original y se anotan en una hoja de evaluación para registrarse como Recuerdo Diferido.

**Comprensión Sintáctica:**

Es una prueba de la comprensión de la estructura sintáctica del lenguaje en una versión modificada de la prueba Token Test, que consiste en la presentación de 39 ensayos o instrucciones con una duración máxima en pantalla de 80000ms. La tarea consiste de la presentación en pantalla de 16 estímulos ordenados en cuatro filas, la primera fila son 4 círculos pequeños; la segunda fila son 4 cuadrados pequeños; la tercera fila son cuatro círculos grandes y la cuarta fila son cuatro cuadrados grandes. Los estímulos de cada fila están coloreados cada uno en azul, rojo, verde y amarillo, dispuestos en diferente orden en cada fila. En la parte inferior aparece impresa una instrucción que es leída por el evaluador una vez y se pide al sujeto que señale con su dedo en la pantalla con la mayor precisión y en el orden exacto lo que se le indica en la instrucción para que el evaluador lo toque con el puntero del ratón, esto se realizó de esta forma para evita errores atribuibles al manejo del mismo. Se instruye verbalmente al sujeto sobre la tarea que va a realizar para asegurar la adecuada comprensión de ésta ya que la instrucción escrita con que cuenta la tarea es muy larga y confusa. Se pide al sujeto prestar mayor atención a la precisión de la respuesta que a la velocidad ya que no será registrado el tiempo de reacción. Al terminar de marcar con el ratón la respuesta indicada por el sujeto inmediatamente aparece la siguiente instrucción, si el sujeto responde correctamente no se emite ningún sonido, si el sujeto se equivoca se escucha una señal auditiva que brinda retroalimentación al sujeto sobre su ejecución. El orden de complejidad de las instrucciones se incrementa progresivamente. Se registra solamente la cantidad de respuestas correctas.

**Sorteo de cartas:**

La tarea es una versión modificada del Wisconsin Card Sorting Test, es una prueba para evaluar la capacidad de cambiar un criterio de juicio a partir del éxito o fracaso de la clasificación precedente, es decir, se considera una tarea para explorar la "flexibilidad" en el cambio de estrategias cognoscitivas asociados a sistemas neurológicos de los lóbulos frontales. La prueba presenta al sujeto un paquete de cartas que deben ser asignadas, una cada vez, a una de las cuatro categorías o clases predeterminadas, pero la cual cambia cada 10 aciertos consecutivos, lo que es desconocido por el sujeto. Cada carta del paquete posee tres atributos: color de las figuras (rojo, verde, amarillo y azul), forma de la figura (triángulo, estrella, cruz y círculo) y cantidad de figuras (1 a 4). En cada ensayo el sujeto deberá asignar la carta correspondiente, que se presenta en el extremo inferior derecho de la pantalla, a una de las cuatro cartas criterio desplegadas en la parte superior de la pantalla. Si el criterio de clasificación válido en ese ensayo es, por ejemplo, color y el sujeto asigna su carta a la carta criterio que posee la misma cantidad de figuras, entonces aparecerá un letrero en la pantalla con la palabra "incorrecto", asociada a un sonido, si relaciona su carta a la carta que posee el mismo color, entonces aparecerá la palabra "correcto" asociada a un sonido más agudo. El Intervalo entre la emisión de la respuesta y la aparición del reforzamiento es de 150ms y el intervalo entre ensayos de 500ms. El criterio de clasificación cambia periódicamente y según un principio que el sujeto debe descubrir a partir de la información que se le suministra después de cada ensayo. La primera categoría a completar es color, es decir el sujeto debe asignar todas sus cartas a



aquella de las cuatro cartas criterio que tenga el mismo color, después de 10 aciertos consecutivos el criterio cambia sin previo aviso a la categoría de forma de la figura. En esta categoría, todas las cartas tienen que asignarse a la carta criterio que tiene el mismo tipo de figura, manteniéndose hasta que el sujeto logra 10 selecciones correctas de forma consecutiva. Una vez vencido este criterio, se cambia por el criterio de número de figuras y una vez alcanzadas las 10 selecciones consecutivas correctas de este criterio, todo el proceso se repite comenzando nuevamente por el color. La tarea continúa hasta alcanzar seis categorías (2 de color, 2 de forma de la figura, y 2 de número de figuras) ó hasta que se presentan 128 cartas. En cada ensayo el sujeto deberá hacer su selección usando las teclas /←/ y /→/ para desplazarse hasta la carta criterio que considere correcta y validar su selección presionando la barra espaciadora. Se registra la cantidad de cartas presentadas, las categorías alcanzadas, el número de errores perseverativos (cantidad de errores que comete el sujeto perseverando en un criterio del cual ha recibido la información de que es incorrecto, una respuesta se considera error perseverativo sólo comparándola con la respuesta anterior, si ésta también fue incorrecta), y la cantidad de errores totales.