



# Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"IZTACALA"

## ESTUDIO DE LA ONDA P300 VISUAL EN NIÑOS CON DEFICIENCIAS EN LA LECTURA

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MAESTRO EN NEUROCIENCIAS  
P R E S E N T A :  
JORGE BERNAL HERNANDEZ

Asesor: **DRA. THALIA HARMONY BAILLET**

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEX.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**DEDICO ESTA TESIS CON MUCHO AMOR  
A MIS HIJOS ANA BELEM Y JORGE.**

## **AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco profundamente a mis amigos y compañeros de trabajo: THALIA FERNANDEZ, ELIZABETH MAROSI, GUILLERMINA YAÑEZ, ALFONSO REYES, MARIO RODRIGUEZ, HECTOR RODRIGUEZ, JUAN SILVA y VICENTE GUERRERO todo el apoyo que me otorgaron para la obtención y análisis de los datos con que fue elaborada esta tesis. Sin este apoyo, hubiera sido doblemente difícil y más tardado este trabajo.

Especialmente agradezco a la doctora THALIA HARMONY su ayuda en el diseño y realización de la presente investigación, y en la revisión y corrección del manuscrito.

Agradezco también la revisión y sugerencias de mis sinodales: GLORIA OTERO, ANGEL DURAN, MARIO RODRIGUEZ y EDUARDO CRUZ.

## INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
1.1. PROCESAMIENTO FONOLOGICO DE LA INFORMACION Y MEMORIA.....	4
1.2. MEMORIA DE TRABAJO.....	9
1.3. ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO DE LA P300.....	15
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.5. OBJETIVOS.....	22
1.6. PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS.....	22
MATERIAL Y METODOS.....	23
2.1. SUJETOS.....	23
2.2. PARADIGMA DE ESTIMULACION PARA LA OBTENCION DE LA P300.....	24
2.3. METODO DE REGISTRO Y ANALISIS DE DATOS.....	25
2.4 ANALISIS ESTADISTICO.....	25
RESULTADOS.....	27
DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	34
REFERENCIAS.....	36

## RESUMEN

Los estudios neuropsicológicos de las deficiencias en la lectura (DL) han mostrado que una proporción significativa de esta población presenta deficiencias en el funcionamiento de la memoria de trabajo. Por otra parte, los estudios electrofisiológicos han señalado que la onda P300 de los potenciales relacionados a eventos es útil en el estudio de los procesos cognoscitivos involucrados en el procesamiento de la información, particularmente en los procesos asociados a la memoria de trabajo. Sin embargo, en la mayoría de los estudios de la onda P300 realizados en niños con DL se han usado tareas de lectura, por lo que las ejecuciones de los individuos se han visto influidas por las dificultades inherentes a sus deficiencias en esta área, es decir, no se puede saber si los resultados experimentales son debidos a un mal funcionamiento de la memoria per se o a las dificultades para interpretar los símbolos escritos. Basados en estos puntos, en el presente trabajo se estudió la P300 a estímulos visuales que no involucran la lectura en un grupo de niños con DL y otro de niños normales, poniendo particular énfasis en su amplitud, latencia y topografía.

Dado que existe evidencia que apoya la idea de que la P300 refleja el funcionamiento de la memoria operativa, se planteó la hipótesis de que en los niños con deficiencias en la lectura la P300 presentaría una latencia mayor y/o una amplitud menor en comparación con la P300 de los niños normales, ya que estos hallazgos han sido los más consistentes en muestras de individuos con deficiencias cognoscitivas.

Se utilizó un grupo de 20 niños normales y otro grupo con igual número de niños pero con deficiencias en la lectura, ambos grupos entre 10 y 12 años de edad. Todos los niños asistían a clases a una escuela primaria pública y presentaron evaluaciones neurológicas y psicológicas (WISC) normales. Para la obtención de la P300 se utilizó un paradigma oddball con estímulos visuales (cuadrados y triángulos).

Los resultados no mostraron diferencias entre los grupos normal y con deficiencias en la lectura ni en la latencia, ni en la amplitud, ni en la topografía de la P300.

Esta falta de diferencias entre los grupos se atribuyó a que la tarea que ejecutaron los sujetos era sumamente sencilla y que los recursos cognoscitivos requeridos para la ejecución de la tarea fueron suficientes en los niños de ambos grupos. Por tanto, se concluyó que para poder observar diferencias en la P300 entre los grupos que se estudiaron en el presente trabajo, sería necesario incrementar el grado de dificultad en la tarea, de tal manera que la carga en la memoria fuera lo suficientemente grande que solamente los individuos con mayor capacidad de recursos pudieran procesarla adecuadamente y dar las respuestas electroencefalográficas normales.

## INTRODUCCION

Las investigaciones neuropsicológicas realizadas en niños con trastornos de aprendizaje se han centrado principalmente en el estudio de las deficiencias en la lectura ya que son estas las más frecuentemente observadas (Hooper y Boyd, 1986). Los estudios realizados hasta el momento sugieren que esta población es muy heterogénea con respecto al tipo de deficiencias que presenta. Muestran que la población de personas con este déficit, conforman varios subgrupos identificados a partir de diferentes pruebas que miden habilidades cognitivas, lingüísticas y perceptuales (Lyon, 1982). Asimismo, los datos obtenidos en dichas investigaciones apoyan la idea de que las dificultades en el aprendizaje de la lectura son el resultado de distintas causas que pueden producir alteraciones en diferentes fases del procesamiento de la información.

Boder y cols. (1973), estudiaron un grupo de niños disléxicos con base en sus puntuaciones de deletreo y lectura. Encontraron que al 94 % de los sujetos podían clasificarlos en 3 grupos : 1) disfonéticos: presentaban incapacidades en el análisis de las palabras y en la emisión de los sonidos correspondientes, así como dificultades en la emisión de los sonidos de las letras y sílabas que componen una palabra; 2) diseidéticos: estos podían repetir las letras pero tenían dificultades en la memoria y la discriminación visuales, y 3) un grupo con mezcla de déficits de los dos grupos anteriores: es decir, en habilidades fonéticas y en la discriminación y memoria visual. En otro estudio Mattis y cols. (1975) encontraron que la mayoría de los niños que están en riesgo de presentar problemas en la lectura, son aquellos que tienen incapacidad para recordar información verbal (anomia), dificultades para articular fonemas y déficits viso-perceptuales caracterizados por incapacidad para discriminar letras y/o para asociar letras y secuencias de letras con su sonido. Estos mismos autores hipotetizaron que tales déficits estarían en función de una inadecuada percepción y memorización de estímulos visuales.

En uno de los estudios más cuidadosos en este campo, Petrauskas y Rourke (1979), estudiaron a 133 niños con dificultades en el aprendizaje de la lectura y un grupo control de 27 niños normales. La edad de los niños varió en un rango muy estrecho 7 - 8.9 años, no presentaron desventajas culturales ni problemas emocionales, presentaron un C.I. normal y realizaron una validación de sus resultados dividiendo a la muestra en dos subgrupos antes de analizar los datos. A este grupo de niños se les asignaron 20 tareas neuropsicológicas diseñadas para

medir habilidades senso perceptuales, motoras, psicomotoras, lingüísticas y de formación de conceptos. Los resultados mostraron la existencia de 3 grupos: 1) grupo con dificultades en la fluidez verbal y memoria para las oraciones y con dificultades un poco menores para la memoria de dígitos, asociación entre palabras y formación de conceptos; 2) los niños de este grupo se caracterizaron por presentar deficiencias de moderadas a severas en memoria visoespacial, memoria para oraciones y reconocimiento de sus dedos en conjunción con menos dificultades en la fluidez verbal y formación de conceptos; 3) finalmente los niños en el subgrupo 3 mostraron severas dificultades en la formación de conceptos con dificultades de leves a moderadas en memoria inmediata para dígitos, fluidez verbal, memoria para oraciones y memoria visoespacial. Estos autores expusieron como posible causa de las dificultades en la lectura deficiencias en el procesamiento cerebral de la información.

En otro estudio, Lyon y cols. (1982) reportaron la existencia de 6 subgrupos en un grupo de niños con deficiencias en la lectura. En general observaron que estos subgrupos presentaban deficiencias en alguna o algunas de las siguientes funciones: recepción auditiva, repetición de sonidos, memoria visual, memoria visoespacial lectura y deletreo. En el grupo 1 los niños presentaron déficits en la comprensión del lenguaje receptivo, memoria auditiva, asociación de sonidos, integración visomotora, y memoria visual y visoespacial como en el grupo combinado de disidéticos y disfonéticos observado por Boder (1973). Los niños del grupo 2 presentaron deficiencias en comprensión del lenguaje receptivo, memoria auditiva e integración visomotora; estas características también fueron encontradas en el grupo mixto de disfonéticos y disidéticos en el estudio de Boder (1973), pero es más parecido al grupo de incapacitados para la lectura con sutiles deficiencias motoras y psicolingüísticas. Las deficiencias observadas en los niños del grupo 3 fueron también de comprensión del lenguaje receptivo y de asociación de sonidos que indica un desorden del lenguaje en los componentes receptivo y expresivo. Este grupo es parecido al de desórdenes en el lenguaje encontrado por Mattis y cols. (1975) y al de disfonéticos de Boder (1973) y al grupo con deficiencias en la nominación identificado por Satz y Morris (1981a, 1981b, citado por Lyon 1982). El grupo 4 lo conformaron niños con dificultades en la lectura asociadas a deficiencias en la percepción visual, como en los grupos de disléxicos disidéticos identificados por Boder (1973) y por Satz y Morris, 1980b, (citado por Lyon 1982). El 5o. grupo presentó un perfil conductual muy parecido al grupo de problemas globales de lenguaje mencionado por Mattis y cols. (1975), y por Satz y Morris (1980b, citado



por Lyon 1982), en donde se observaron anomia, y alguna o algunas de las siguientes características: desorden en la comprensión, desorden en la imitación del habla y desorden en la discriminación de sonidos del habla. Finalmente el grupo 6 comprendió a niños con puntuaciones que los calificaban como normales en las pruebas empleadas.

Como se puede apreciar en los estudios citados anteriormente, las clasificaciones de niños con dificultades en la lectura generalmente incluyen problemas en el procesamiento fonológico de la información y deficiencias en la memoria ya sea auditiva, visual o ambas. En los párrafos siguientes se examinarán con más detalle las evidencias experimentales que apoyan las hipótesis que postulan que las deficiencias en la lectura se deben a fallas en estas funciones.

### **1.1. PROCESAMIENTO FONOLÓGICO DE LA INFORMACION Y MEMORIA**

El procesamiento fonológico se refiere al uso de la información acústica para el procesamiento del lenguaje oral y escrito. Este factor parece desempeñar un papel central en la adquisición de las habilidades necesarias para el aprendizaje de la lectura y su estudio se ha abordado a partir de tres componentes: conciencia fonológica, recodificación fonológica para el acceso al léxico y la recodificación fonológica para mantener la información en la memoria de trabajo.

El primer componente se refiere a la conciencia que se tiene de la estructura fonológica del lenguaje y se demuestra por una ejecución adecuada en tareas en donde se requiere indicar mediante pequeños golpes el número de sonidos que componen una palabra, diciendo en orden inverso dichos sonidos y ligando sonidos aislados para formar una palabra. Para un individuo con una conciencia fonológica bien desarrollada los sonidos del habla se representan adecuadamente en las letras que componen el alfabeto, no así en el caso contrario, en donde la asociación entre los sonidos y sus símbolos correspondientes parecería, en el mejor de los casos, una asociación caprichosa (Wagner y Torgesen, 1987).

El segundo componente se refiere a la representación léxica de una palabra escrita, recodificando los símbolos escritos en un sistema representacional basado en sonidos (Crowder, 1982 en Wagner y Torgesen, 1987); en las tareas utilizadas para medir este proceso se les pide a los sujetos que decidan si una cadena de caracteres es o no una palabra, la nominación rápida de objetos, colores y otra clase de

estímulos. Este procesamiento junto con el acceso directo al léxico a partir de un patrón visual, forman los dos mecanismos básicos para acceder al léxico, pero el segundo tipo sólo parece estar disponible en el caso de los lectores habilidosos para las palabras con gran frecuencia, mientras que el primer tipo de acceso al léxico parece ser el medio que se utiliza en las primeras fases del aprendizaje de la lectura y es útil aún en la lectura de palabras menos familiares para los lectores experimentados.

Finalmente, el tercer componente se refiere a la recodificación de los símbolos escritos en un sistema representacional basado en sonidos que hace posible que se mantengan en la memoria de trabajo mientras se están procesando. Este componente del procesamiento fonológico podría ser particularmente importante en las personas durante las primeras fases de su aprendizaje de la lectura, ya que en estas etapas los individuos tienen que decodificar una serie de letras que se presentan visualmente, almacenar los sonidos de las letras en un almacén temporal y ligar los componentes de este almacén para formar las palabras. La codificación eficiente para el almacenamiento de los sonidos de las letras posibilitaría, a la persona que comienza el aprendizaje de la lectura, utilizar el máximo de los recursos cognitivos para la tarea de ligar los fonemas aislados y de esta manera formar las palabras (Baddeley, 1979, 1982 en Wagner y Torgesen, 1987).

Así, Wagner y Torgesen (1987), proponen que el procesamiento fonológico de la información es de mucha importancia en el aprendizaje de la lectura, ya que, por lo menos en sus primeras etapas, el reconocimiento de los fonemas asociados a los grafemas permite su codificación adecuada para mantenerlos en la memoria y de esta manera ayudar a la formación y reconocimiento de las palabras que van a ser leídas.

Dada la importancia que se ha dado al procesamiento fonológico de la información en la adquisición de la lectura, muchos investigadores han estudiado la participación de este factor y de las deficiencias en la memoria en la generación de las anomalías en la lectura.

Mann y Liberman (1984), hipotizaron que el papel de la memoria a corto plazo consiste en que es un medio adecuado de almacenamiento de las expresiones en donde se manipula su estructura fonética, y que una conciencia fonológica adecuada de su estructura podría facilitar su representación en esta memoria. Para probar esta hipótesis los autores estudiaron un grupo de 62 niños en la etapa preescolar y un año

después cuando se encontraban ya en el primer año de primaria. A todos los niños les aplicaron distintas pruebas que miden la habilidad para adquirir conciencia fonológica, pruebas de capacidad de memoria verbal y pruebas de procesamiento de información no verbal. Ya en la escuela primaria aparte del rendimiento en estas pruebas se observó su rendimiento en distintas pruebas de lectura, que junto con el criterio de los profesores permitieron dividir a este grupo de niños en 3 subgrupos: buenos, regulares y malos lectores. Los resultados encontrados mostraron que los puntajes obtenidos en las tareas de conciencia fonológica distinguieron a cada uno de estos subgrupos: las peores ejecuciones correspondieron a los malos lectores y las mejores a los buenos lectores. Lo mismo sucedió con las pruebas de memoria verbal en donde las mejores ejecuciones correspondieron a los mejores y las malas a los peores lectores, esta situación sucedió tanto en la etapa preescolar como en la primaria. Es importante mencionar que las fallas en los niños con deficiencias en la lectura parecen provenir de fallas en el procesamiento de la información verbal ya que las pruebas que midieron la ejecución en tareas no verbales no mostraron diferencias entre los 3 subgrupos.

En otro trabajo, Torgesen (1988), estudió un grupo de niños control y otro con trastornos de aprendizaje al cual dividió en un subgrupo con y otro sin deficiencias en la memoria a corto plazo. Los niños con deficiencias en la memoria presentaron puntuaciones más bajas en retención de dígitos y en tareas en donde se tenían que recordar secuencias de información verbal familiar visual o auditiva con respecto a los otros dos grupos. No hubo diferencias entre los tres grupos en la ejecución de otras tareas de memoria en donde los estímulos eran visuales y no familiares, con estímulos que permiten su codificación semántica y en tareas de reconocimiento de estímulos. Lo mismo se observó cuando los estímulos que se presentaron en las tareas de memoria no eran verbales. Por lo tanto, las alteraciones en la memoria a corto plazo se atribuyeron a que existe una falla en la decodificación fonológica, lo que podría impedir que la información se almacenara en forma adecuada. En otras palabras, cuando la información se representa por sus características visuales los niños con trastornos en el aprendizaje con y sin alteraciones en la memoria ejecutan las tareas igual que los niños normales. Esto sugiere que sus limitaciones no están en su capacidad de almacenamiento en sí misma sino en la forma en que se almacenan las características verbales en la memoria. Estas alteraciones en el procesamiento fonológico de la información tendrían un impacto particular durante los estadios tempranos del aprendizaje de la lectura, cuando las palabras probablemente van a

ser procesadas como una serie de elementos separados codificados fonéticamente (Torgesen 1988).

En esta misma línea de investigación Ackerman, Dykman y Gardner, (1990), seleccionaron un grupo de niños con deficiencias en la lectura para examinar la relación entre tareas que miden el ritmo de articulación (pruebas de velocidad para nominar números), velocidad de nominación continua, sensibilidad fonológica y capacidad de memoria para dígitos con otras tareas de lectura con la finalidad de saber en qué proporción estas variables explicaban la ejecución de tareas específicas como la decodificación de palabras, lectura de párrafos, comprensión de lectura y deletreo. Los resultados mostraron lentitud en la articulación y/o en las tareas de nominación continua de secuencias alfanuméricas; asimismo, presentaron deficiencias en la sensibilidad fonológica y en la capacidad de memoria para dígitos. Además se observó que la lentitud en la articulación estuvo fuertemente asociada a una baja sensibilidad fonológica y la baja capacidad de memoria para dígitos a un ritmo lento en nominación de letras y dígitos. Sin embargo, los puntajes en las pruebas de lectura solamente fueron determinados por los puntajes en las pruebas de ritmo de conteo y de nominación, además de la edad. Así, en este trabajo no quedó clara la participación de la capacidad de la memoria a corto plazo en la ejecución de las tareas de lectura.

Al parecer la relación de la memoria a corto plazo con la lectura es indirecta por medio de la relación que guarda la memoria con la nominación de letras y dígitos. Cornwall (1992) estudió las relaciones de la conciencia fonológica, nominación rápida y memoria verbal con tareas de lectura en un grupo de niños de 7.25 a 12.25 años con deficiencias en la lectura. Esta autora encontró que los puntajes obtenidos en las medidas de conciencia fonológica ayudaron a predecir significativamente los puntajes de decodificación de pseudopalabras regulares, deletreo y comprensión de lectura; la nominación rápida de letras influyó en los puntajes de identificación de palabras y velocidad y precisión de lectura de pasajes en prosa y las tareas de memoria verbal influyeron significativamente en los puntajes de reconocimiento de palabras. Es decir, estos tres factores se relacionan con subhabilidades que son necesarias para la lectura. Específicamente, la conciencia fonológica facilita al niño el análisis de las palabras desconocidas (Stanovich, 1986) lo cual está relacionado con la fluidez y velocidad de la lectura. La capacidad de la memoria verbal que se refleja en el recuerdo rápido de la información y en la nominación rápida, podría influir en la facilidad con la cual los niños adquieren la automatización.

En otro estudio Ackerman y Dykman (1993), compararon las ejecuciones en pruebas de procesamiento fonológico, capacidad de memoria automática, ritmo del habla, velocidad de nominación continua, capacidad de memoria de estímulos visuales y auditivos presentados en serie y sumas mentales entre un grupo de niños disléxicos, otro con déficits de atención y otro más compuesto de niños con deficiencias en la lectura que no eran disléxicos (variedad de jardín, Stanovich (1988)). Los resultados más importantes mostraron que los niños disléxicos presentaron puntajes inferiores a los otros dos grupos en las tareas de procesamiento fonológico, memoria auditiva, y memoria automática, y en la tarea de nominación rápida de números, letras y números.

Como se ha observado en estos experimentos, aunque no existe una clara relación entre las deficiencias de la lectura y la capacidad de la memoria a corto plazo, parece ser que existe una relación indirecta de esta memoria con la lectura: según la literatura afectaría principalmente las tareas que miden el ritmo de articulación (lo cual se relacionaría con menos oportunidades para la repetición de los estímulos) que, a su vez, produciría una disminución en la capacidad de retención de los estímulos en la memoria, presentándose dificultades para que el individuo pudiera procesar adecuadamente esta información. Además se ha propuesto que el procesamiento fonológico influye principalmente en las primeras etapas del aprendizaje de la lectura pero no está claro cómo influye esta limitación para el aprendizaje de las palabras de una sola sílaba que son las que predominan en los libros durante el primer año de la enseñanza primaria.

Las deficiencias en las operaciones de la memoria a corto plazo tal como la repetición y organización (Dallego y Moelly, 1980 y Torgesen y Goodman, 1977) que se han señalado como las responsables de las deficiencias en este tipo de memoria, tampoco explican cómo las limitaciones en la capacidad de la memoria influyen en decrementos en la capacidad para la lectura. Por otra parte, las medidas comúnmente usadas para valorar las diferencias entre los lectores con más y menos habilidades como las pruebas de retención de dígitos y de palabras, en algunas investigaciones muestran una débil correlación con la habilidad para la lectura (Dempster, 1985; Perfetti y Lesgold, 1977). Asimismo, las investigaciones neuropsicológicas realizadas en pacientes con deficiencias en la memoria a corto plazo han mostrado que en muchos pacientes con alteraciones en este tipo de memoria verbal no se observan deficiencias en pruebas de lectura como en la lectura de palabras ó en la comprensión del lenguaje hablado (McCarthy y Warrington 1990).

Es posible que las relaciones tan débiles que se han observado entre las deficiencias en la memoria a corto plazo y las habilidades para la lectura puedan explicarse por el hecho de que las tareas de memoria a corto plazo no están midiendo las operaciones fundamentales que se ejecutan durante la lectura, las cuales se pueden resumir como una combinación de procesamiento y almacenamiento de información. Estos procesos no solamente requieren el uso de estrategias de memoria a corto plazo para el almacenamiento de nueva información sino que también necesitan el procesamiento de la nueva información y de la información almacenada en la memoria a largo plazo (Swanson y cols., 1989). La combinación de funciones de procesamiento y almacenamiento están incluidas bajo el término de memoria de trabajo por Baddeley (1982) ( en Wagner y Torgesen, 1987), Baddeley y Hitch, (1974) (citado en Just y Carpenter, 1992), Brainerd y Kingma, 1985; Daneman y Carpenter (1980) y podría ser una perspectiva teórica más útil para caracterizar el proceso de memoria usado para la lectura, por lo tanto en las próximas líneas se estudiará, con algún detalle, la memoria de trabajo y se mencionarán algunos de los trabajos que han mostrado la participación de esta función en las deficiencias de la lectura.

## **1.2. MEMORIA DE TRABAJO**

Baddeley (1986), considera que la memoria de trabajo está compuesta de varios subsistemas controlados por un sistema ejecutivo de capacidad limitada. El mismo autor propone que este sistema de memoria comprende 3 componentes: el Ejecutivo Central, el Circuito Articulador y el subsistema de almacenamiento visoespacial. El Ejecutivo Central funciona como un supervisor que controla al circuito articulador, que es un subsistema esclavo encargado del procesamiento y almacenamiento del material verbal, y al subsistema de almacenamiento visoespacial que es otro subsistema esclavo encargado del procesamiento y almacenamiento del material visoespacial.

Just y Carpenter (1992), mencionan que la memoria de trabajo es importante en el pensamiento complejo tal como el razonamiento, solución de problemas y comprensión del lenguaje. Estos autores proponen que la memoria de trabajo juega un papel crítico en el procesamiento y almacenamiento de productos intermedios y finales de las operaciones del lector o escucha como la integración de ideas a partir del flujo de palabras en un texto o en un discurso hablado. Esta doble función de procesamiento y almacenamiento de información de la memoria de trabajo se ha mostrado en los experimentos de Baddeley y Hitch (1974) (citado en Just y

Carpenter, 1992) en donde la habilidad de los individuos para comprender oraciones independientes disminuía si tenían que recordar al mismo tiempo una lista de números, demostrando con estos datos que ambas funciones se llevan a cabo en el mismo lugar.

Dixon, LeFevre y Twilley (1988), estudiaron el papel de la memoria de trabajo y del conocimiento de las palabras en la predicción de la habilidad para la lectura. Para tal efecto, a 95 estudiantes universitarios les aplicaron diferentes pruebas para medir diferentes habilidades de la lectura, a saber: comprensión, inferencia y velocidad de lectura. Además midieron el conocimiento de palabras por medio de una prueba estandarizada de vocabulario para medir el número de palabras de las cuales se conoce su significado, una prueba para medir la facilidad con la cual los lectores mencionan los significados que podría tener una palabra y una prueba de decisión léxica para medir la velocidad de reconocimiento de las palabras. También midieron la capacidad de la memoria de trabajo durante la lectura utilizando una versión de la prueba diseñada por Daneman y Carpenter (1980), la capacidad de la memoria a corto plazo mediante una prueba de dígitos y otra de recuerdo de palabras. Se encontraron correlaciones sustanciales entre las tres medidas de memoria. Sin embargo, solamente la prueba de la memoria de trabajo durante la lectura se correlacionó significativamente con los puntajes obtenidos en la prueba de comprensión. Estos resultados se interpretaron como una evidencia de que la prueba de capacidad de la memoria de trabajo durante la lectura y la prueba de memoria de dígitos inciden en el almacén de la memoria de trabajo pero solamente la primera mide la capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo durante la lectura.

En el caso de las investigaciones realizadas para estudiar la relación de la memoria de trabajo con las deficiencias en la lectura, podemos citar el trabajo de Swanson y cols. (1989). Estos investigadores estudiaron a 50 niños divididos en 2 grupos de edad (11.5 y 13 años) y 2 grupos de lectura (buenos y malos lectores, estos últimos escogidos a partir de un grupo de niños con problemas de aprendizaje). Las tareas aplicadas a los niños fueron tareas de capacidad para memoria de oraciones (Daneman y Carpenter, 1980) usadas para medir la eficiencia de las operaciones de procesamiento y almacenamiento combinadas. Asimismo, se les pidió que recordaran secuencias de números de 3 y 6 dígitos mientras agrupaban una serie de tarjetas ya fuera de acuerdo a la forma de la figura (no se podían verbalizar), de acuerdo a su categoría semántica (vehículos, ropa, etc), o tarjetas en blanco. Los resultados mostraron que los niños con deficiencias en la lectura presentaron puntajes significativamente menores a los de los niños normales tanto en las tareas

de memoria de números (lo mismo cuando agruparon las tarjetas con información semántica que cuando las agrupaban por su forma) como en las de recuerdo de oraciones; asimismo, mientras en el caso de los niños normales de mayor edad se observó mayor capacidad de memoria para dígitos que en los menores, en los niños con deficiencias en la lectura no se observaron diferencias en relación a la edad. Con respecto a la diferencia en el número de dígitos que componían cada número, se observó que las diferencias entre grupos solamente se presentaron cuando el número de dígitos fué de 6, es decir en el caso en el que se requería de mayor capacidad en la memoria. Los resultados se interpretaron como una deficiencia en el ejecutivo central, quizás debido a una demanda de recursos para este sistema por parte de los sistemas de almacenamiento visual y auditivo. Con base en estos resultados los autores concluyeron que el déficit en la memoria de trabajo era muy general y abarcaba los tres componentes de la memoria de trabajo propuestos por Baddeley a saber: el ejecutivo central, el circuito articulario y un sistema de almacén para estímulos visoespaciales.

Datos similares se obtuvieron en el experimento realizado por Swanson (1993), en donde compararon las ejecuciones en tareas para medir la capacidad de la memoria de trabajo a estímulos verbales y visoespaciales de niños con deficiencias en la lectura y niños con deficiencias en matemáticas. En ambos grupos de niños se observaron deficiencias en las ejecuciones de los dos tipos de tareas lo cual interpretaron como una deficiencia generalizada en la memoria de trabajo en los niños con problemas de aprendizaje, presumiblemente debido a limitaciones en el procesamiento del sistema ejecutivo. Por tal motivo, el autor propone que los resultados de las investigaciones que atribuyen los déficits en la memoria de niños con problemas de aprendizaje a deficiencias en el procesamiento fonológico que es un procesamiento de orden inferior, pueden explicarse con base en el modelo propuesto por Baddeley (1986). En este modelo el ejecutivo central es un sistema genérico indiferenciado que se usa para apoyar a los sistemas de orden inferior; si este sistema ejecutivo es sobrecargado no puede contribuir a superar las deficiencias de este procesamiento de bajo nivel, lo cual traería como consecuencia anomalías en el funcionamiento de este sistema.

En otro estudio Swanson (1994), comparó las ejecuciones entre grupos de niños y adultos con y sin trastornos de aprendizaje en tareas para medir la capacidad de la memoria a corto plazo y la memoria de trabajo tanto verbal como visoespacial. Encontró diferencias significativas entre los grupos de sujetos normal y con trastornos de aprendizaje en 5 tareas para medir la capacidad de memoria de trabajo



verbal y en una visoespacial, mientras que en las tareas de memoria de corto plazo solamente en una verbal y una visoespacial. Sin embargo, al hacer un análisis discriminante de todas estas variables solamente una de las tareas para medir la capacidad de la memoria de trabajo verbal discriminó entre los grupos con y sin trastornos de aprendizaje.

Las investigaciones que se acaban de describir muestran la posibilidad de que las deficiencias observadas en la memoria de los niños con problemas de aprendizaje y más específicamente en los niños con DL pueden deberse fundamentalmente a alteraciones en la memoria a corto plazo y/o en la memoria de trabajo. Sin embargo, las pruebas de capacidad de la memoria a corto plazo no siempre discriminan entre los niños con y sin problemas de lectura, mientras que los estudios con pruebas que miden la capacidad de la memoria de trabajo han logrado discriminar ambos grupos prácticamente en todos los estudios que han empleado dichas pruebas. Además, la falta de especificidad en cuanto al tipo de tarea que resulta afectada por deficiencias en la memoria de trabajo han demostrado que dichas pruebas permiten discriminar, en general, a los niños con trastornos de aprendizaje de los niños normales.

Es necesario hacer énfasis en que dado que las alteraciones en la capacidad de la memoria de trabajo se han encontrado tanto en los niños con deficiencias en matemáticas como en la lectura, Swanson (1993, 1994) ha postulado la hipótesis de que estos niños presentan una deficiencia específicamente en el ejecutivo central, toda vez que este componente se encarga de manejar la información de los demás sistemas que componen la memoria de trabajo.

Aunque no se ha logrado establecer con precisión cual es el origen biológico de los trastornos en la lectura, existen evidencias tanto electrofisiológicas como neuroanatómicas que señalan como una causa importante en la etiología de este trastorno, posibles alteraciones anatómicas cerebrales las cuales se han localizado principalmente en sujetos que en vida presentaban dislexia del desarrollo. Galaburda y Livingstone (1993), encontró que los componentes tempranos de los potenciales evocados a los cambios de bajo contraste de un patrón presentan un retraso en la latencia en sujetos adultos disléxicos en relación a las respuestas que presentan adultos normales. Estos resultados los explicó en base a una respuesta más lenta de las células de la corteza visual primaria o de las aferentes que le llegan del núcleo geniculado lateral del tálamo. Esta hipótesis tiene apoyo en los estudios que realizó de los cerebros de 5 sujetos adultos que en vida habían sido diagnosticados como

disléticos y los comparó con otros 5 cerebros de sujetos adultos sanos. El análisis histológico del tálamo de los cerebros de los sujetos con dislexia y normales mostró que en las capas de la porción magnocelular los cerebros de los disléticos presentaron una estructura más desorganizada con los cuerpos celulares más pequeños y más variables en tamaño y forma. Estos resultados muestran la posibilidad de que tales anomalías anatómicas produzcan las deficiencias perceptuales en tareas de discriminación visual en los sujetos disléticos mencionadas por Galaburda y Livingstone (1993): un menor tamaño de las células magnocelulares podría provocar un procesamiento más lento de la información de bajo contraste debido a una disminución en el grosor de los axones que tiene como consecuencia menores velocidades de conducción.

Otra posibilidad que se origina a partir de los estudios conductuales, es que en la dislexia estén involucradas alteraciones en los mecanismos cerebrales responsables de la memoria a corto plazo. Los trabajos realizados para determinar la localización anatómica de este tipo de memoria en el hombre han considerado el estudio de pacientes con lesiones cerebrales asociadas a distintas deficiencias en la memoria. De esta manera han concluido que para la memoria auditiva-verbal las regiones involucradas se encuentran en la porción inferior, ya sea anterior o posterior del lóbulo parietal izquierdo y en la región parieto-temporal, y para la memoria a corto plazo visual-verbal la porción anterior del lóbulo occipital y posterior del parietal, (McCarthy y Warrington, 1990).

Los estudios realizados en niños con deficiencias en la lectura también han mostrado como una posible causa de estas deficiencias, alteraciones neuroanatómicas y/o alteraciones funcionales presumiblemente debidas a lesiones cerebrales. Fernández-Bouzas y cols. (1991), estudiaron una muestra de 15 niños con problemas de aprendizaje y encontraron que en 6 niños se apreció alguna lesión, mientras que en el resto de la muestra no se pudo demostrar ninguna anomalía anatómica.

Las alteraciones funcionales en los niños con trastornos de aprendizaje se han detectado a partir de los estudios realizados utilizando el electroencefalograma, los potenciales provocados y los potenciales relacionados a eventos. Como se hará notar en las siguientes líneas, con estos estudios se muestra evidencia que apoya la existencia de alteraciones neurofisiológicas en los niños que pueden explicar, por lo menos en parte, las deficiencias en los niños con trastornos de aprendizaje.

Los estudios electroencefalográficos realizados en niños con trastornos de aprendizaje, en general han mostrado una actividad electroencefalográfica más lenta en relación con los niños normales (Ahn y cols., 1980, Hanley y Skalar 1976, Rebert y cols., 1978). Harmony y cols. (1990) estudiando el EEG cuantitativo en niños con diferentes habilidades en la lecto-escritura encontraron valores incrementados de la actividad delta en los niños con menor habilidad y más actividad alfa en las áreas occipitales asociadas a mejores ejecuciones en la lecto-escritura. Además, en la potencia relativa los niños con una ejecución intermedia presentaron valores más altos de actividad theta en casi todas las derivaciones en relación con el grupo de buena ejecución en la lecto-escritura; en el caso de los niños con peores evaluaciones se observó más delta en las áreas frontales y temporales izquierdas. Estos datos se interpretaron como indicativos de una posible disfunción cerebral en las áreas relacionadas con la lecto-escritura que pudiera subyacer a estas deficiencias.

En el caso de los potenciales provocados, algunas investigaciones han comparado las amplitudes de los potenciales a estímulos visuales (PEVs) en niños normales y con trastornos de aprendizaje y más a menudo en sujetos disléxicos. Utilizando flashes como estímulos, han demostrado una disminución en las amplitudes de los componentes de latencia media de los PEVs en la región parietal izquierda (Conners, 1971), en los componentes tardíos de las derivaciones del hemisferio izquierdo (Ahn, 1977) o en los componentes tardíos de ambos hemisferios (Johnstone y col. 1984). Otros investigadores han encontrado una falta de especialización hemisférica en los niños con problemas en la lectura vs niños control (Preston y cols., 1977 y Cohen y Breslin, 1984) estos autores utilizaron como estímulos flashes y letras o flashes y palabras, encontrando que en el caso de los niños con problemas en el aprendizaje el hemisferio cerebral izquierdo respondía de igual manera ante los estímulos lingüísticos que ante los flashes, no así en el caso de los sujetos control en quienes se observó mayor amplitud ante los lingüísticos que ante los flashes en el hemisferio izquierdo, o menores correlaciones intrahemisféricas a los estímulos lingüísticos que a los flashes en este mismo hemisferio cerebral.

Más recientemente Bernal y cols. (1990), realizaron un estudio en donde registraron los PEVs en niños con diferente evaluación en una prueba de lecto-escritura, encontrando que los niños con evaluaciones más bajas tenían menor potencia en los componentes tardíos en la región temporal posterior izquierda y en las regiones parietales de ambos hemisferios cerebrales, en relación con los niños

con evaluaciones más altas. Asimismo, Bernal y cols. (1992), encontraron una correlación positiva alta entre los valores de potencia de los PEVs registrados en P3, P4, T5 y T6 y los coeficientes y el número de respuestas correctas en pruebas de memoria y atención selectiva.

Los estudios que se acaban de describir señalan claramente la existencia de alteraciones en el funcionamiento cerebral en los niños con DL, sin embargo, estos estudios se han llevado a cabo en situaciones en donde los requerimientos cognoscitivos exigidos a los niños son mínimos, y por tanto la actividad electrofisiológica registrada no necesariamente refleja el funcionamiento cerebral en condiciones en que los sujetos están realizando el procesamiento cognoscitivo de la información, como sería el caso de la lecto-escritura. Por lo tanto sería deseable que este tipo de estudios se realizaran mientras los sujetos realizan alguna actividad cognoscitiva relacionada con los procesos que se presume están alterados en los niños con DL.

### **1.3. ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO DE LA P300**

En la actualidad los potenciales relacionados con eventos se están empleando ampliamente para estudiar los procesos cognoscitivos asociados con el procesamiento de la información cerebral. Entre estos potenciales destaca la onda P300 que es un componente de polaridad positiva que ha sido ampliamente estudiada en relación con los posibles procesos psicológicos que subyacen a su aparición. Hasta el momento la hipótesis más aceptada, por ser la que mayor evidencia ha presentado, es que se relaciona con procesos cognoscitivos encargados de la actualización del contexto en la memoria (Donchin y Coles 1988). Como se verá más adelante este mismo autor ha propuesto que la aparición de dicha onda refleja el funcionamiento de la memoria operativa ya que es en este lugar donde tiene lugar la actualización del contexto.

A continuación se presentarán algunos de los estudios que han aportado evidencia que apoya la función propuesta para la P300, es decir que demuestran que esta onda es el reflejo de una actividad cerebral relacionada con el procesamiento de la información medioambiental y con eventos subjetivos asociados a esa información. Asimismo, se discutirán algunos de los experimentos que han utilizado a la onda P300 para estudiar las posibles alteraciones en la memoria, particularmente en los niños con problemas de aprendizaje que es el tema que se está abordando en esta tesis.

Uno de los paradigmas más usados para la obtención de la P300 es el denominado "oddball" el cual se ha usado tanto en muestras de sujetos normales (Duncan-johnson y Donchin, 1977; Polich y cols., 1983) como en muestras de sujetos en los que se presume alguna deficiencia en el procesamiento de información (Maurer y cols., 1988; Taylor y Keenan, 1990). En este paradigma se presentan a los sujetos dos estímulos diferentes en una secuencia de Bernoulli en donde uno de los estímulos (estímulo blanco) ocurre con baja probabilidad en relación con el otro estímulo (estándar) que es más frecuente. Generalmente se pide a los sujetos que ejecuten alguna tarea asociada con la aparición del estímulo blanco, obteniéndose una P300 de mayor amplitud asociada a este estímulo.

Estas dos variables, la realización de una tarea y la baja aparición del estímulo blanco determinan en gran medida la amplitud de la P300 y reflejan la asociación de esta onda con actividades de procesamiento de información. Así por ejemplo, en relación con la ejecución de una tarea asociada con el estímulo blanco, algunos autores han observado que la P300 no se produce ó presenta amplitudes pequeñas cuando los sujetos ignoran los estímulos raros que se les presentan y que en cambio cuando ponen atención a estos mismos estímulos, si se producen grandes P300s. Por ejemplo, Duncan-Johnson y Donchin (1977) no obtuvieron P300s en los PREs producidos por estímulos que se presentaban cuando los sujetos se encontraban armando un rompecabezas y en cambio cuando los pusieron a contarlos, fué fácilmente observable. Resultados un poco distintos fueron encontrados por Polich (1987) al comparar las P300s obtenidas en una situación en donde se les pidió a los sujetos que ignoraran los estímulos blanco (situación pasiva) y en otra en donde se requirió que los sujetos discriminaran y contaran uno de dos estímulos sonoros (situación activa). Dicho autor encontró una P300 de mayor amplitud en la situación activa que en la pasiva.

En cuanto a la baja probabilidad del estímulo blanco, se ha observado que aunque es importante, no es el factor clave en la producción de P300; es más importante la probabilidad subjetiva. La probabilidad subjetiva se refiere a que al margen de la probabilidad a priori (probabilidad real) con la que se presentan los eventos, los sujetos se forman expectativas acerca de su ocurrencia, es decir que toman la información del ambiente y la procesan asignándole a los eventos una probabilidad diferente a la que en verdad tienen. Un experimento que ilustra claramente la participación de este factor es el realizado por Horst y cols. (1980), quienes registraron la P300 usando una tarea de aprendizaje de pares asociados. Utilizaron 8 listas de 6 pares asociados de sílabas sin sentido consonante-vocal-consonante muy

parecidas entre si. Por medio de una computadora presentaron a los sujetos una sílaba sin sentido al azar de una determinada lista y estos tenían que aprender y responder cuál sílaba sería la siguiente en aparecer; si un sujeto respondía correctamente en 2 ocasiones seguidas, los siguientes ensayos se efectuaban con las sílabas de las siguientes listas. Después de la respuesta se preguntaba al sujeto su certidumbre de que la respuesta que había dado era la correcta, e inmediatamente después la computadora presentaba la sílaba asociada. Como las asociaciones de las sílabas eran arbitrarias los sujetos tuvieron que aprender la respuesta correcta observando las respuestas de la computadora. Por lo tanto al principio sus respuestas fueron totalmente erróneas pero conforme transcurrió el experimento los sujetos aprendieron, por lo que el número de sus respuestas correctas fué en aumento conforme transcurrió el experimento. Los resultados indicaron que la amplitud de la P300 estuvo determinada por la interacción entre el resultado de un ensayo en particular y la expectativa de ese sujeto en ese resultado: entre más inesperado era el resultado, mayor era la amplitud de la P300. Estos datos, por lo tanto, apoyaron la hipótesis de que la amplitud de la P300 es dependiente de la probabilidad subjetiva asociada con el evento que la produce.

Otro de los resultados experimentales que apoyan la participación de este factor en la amplitud de la P300, se observa en los experimentos donde se utiliza el paradigma "oddball". Si se mantiene fija la probabilidad a priori de un evento, la amplitud de la P300 puede aumentar o disminuir dependiendo de la secuencia en que se presentan los estímulos blanco (Duncan-Johnson y Donchin, 1977). Así por ejemplo, si se presentan dos estímulos blanco seguidos, el segundo estímulo presentará una P300 de menor tamaño que la producida por el primer estímulo y esta disminución puede aumentar a medida que se presentan más estímulos blanco seguidos debido a que aumenta la expectativa del sujeto para ese evento.

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

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

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

La representación del ambiente se efectúa en la memoria y por lo tanto, los cambios significativos para el individuo que ocurran en el ambiente también modificarán la memoria (Donchin, 1981). Esta aseveración permitió a Donchin formular la hipótesis de que los estímulos que produzcan P300 serán mejor recordados que los que no la produzcan. Para probarla, se presentó a un grupo de sujetos nombres de hombres y de mujeres, siendo los de hombres menos frecuentes; posteriormente se pidió a los sujetos que recordaran la mayor cantidad de nombres que pudieran, encontrando que recordaron un porcentaje mayor de nombres de hombres asociado a una P300 de mayor tamaño para los nombres recordados que para los no recordados (Fabiani y cols. 1986).

Sin embargo, no todos los cambios improbables en el ambiente llevarán a una actualización del contexto. Solamente aquellos que son importantes para la tarea ejecutada por el sujeto cambiarán el modelo del ambiente, y si estos estímulos representan una fuente de información adicional para la ejecución de la tarea entonces el proceso genera mayor actividad eléctrica cerebral, lo que se reflejará en la amplitud de la P300: entre más grande es su amplitud más grande es el cambio en el modelo. Para ilustrar estas ideas podemos citar el experimento realizado por Johnson y Donchin (1978) quienes pidieron a un grupo de sujetos que presionaran un botón exactamente 1 segundo después de la presentación de un flash. A los sujetos se les informaba por medio de un tono si la estimación del tiempo era correcta y cambiando la intensidad del mismo si no lo era; dicha intensidad cambió en diferentes fases del experimento de tal manera que en algunas de ellas la intensidad era muy parecida o igual cuando la respuesta era correcta o incorrecta; es decir que en estas últimas condiciones la información que proporcionaba la intensidad del estímulo era prácticamente nula ya que el sujeto no podía saber si había acertado en la estimación del tiempo, en cambio cuando la diferencia entre las intensidades era muy grande los sujetos podían obtener información acerca de su ejecución. Los resultados mostraron que entre más grande era la diferencia entre la intensidad de los tonos, más grande era la P300 independientemente de que hubieran

acertado o no. Esto no sucedió cuando se pidió a los sujetos que simplemente contaran los mismos tonos en un paradigma de oddball, en donde produjeron una P300 cuya amplitud fué independiente de la diferencia de intensidad entre los tonos.

Resumiendo: El modelo de actualización del ambiente nos indica que la P300 es producida por un proceso asociado con el mantenimiento del modelo del contexto en la memoria. La asociación de la P300 con la novedad, su dependencia de la relevancia del estímulo para la tarea del sujeto y la probabilidad subjetiva acerca de un evento, sugiere que antes de la producción de la P300 el sujeto procesa la información medioambiental en base a sus propias expectativas y a la utilidad del estímulo. Por lo tanto podemos suponer que el estudio de las características de esta onda (latencia, amplitud y topografía) nos permitirán evaluar el funcionamiento cerebral mientras se ejecutan tareas que requieren la participación de la memoria para su correcta ejecución.

Existen numerosas investigaciones que han puesto de manifiesto la utilidad de la P300 para evaluar la integridad y la capacidad de la memoria a corto plazo. Polich y cols. (1983), observaron que la P300 guarda una estrecha relación con la capacidad de la memoria a corto plazo, encontrando mayores latencias en la P300 asociadas a un menor número de dígitos recordados en el subtest de retención de dígitos del WAIS. Otros autores han utilizado la latencia de la P300 para estudiar la integridad del sistema de memoria y las alteraciones cognoscitivas que se presentan en padecimientos tales como la demencia (Maurer y cols., 1988), esquizofrenia (Duncan-Jhonson, C.C, 1988) dislexia (Taylor y Keenan, 1990), encontrando casi siempre una disminución de su amplitud y/o aumento de su latencia. De esta manera, la latencia de la P300 se ha tomado como un índice (independiente del tiempo de reacción) del tiempo que tarda el cerebro en la evaluación de un estímulo y su amplitud como una medida de la actividad generada por el proceso que subyace a la actualización del ambiente en la memoria. Asimismo, en años recientes ha surgido un marcado interés por estudiar también la topografía de la P300, toda vez que existen razones fundadas para esperar que estos estudios coadyuven a encontrar los posibles generadores corticales de dicha onda. Sin embargo, hasta el momento la gran mayoría de los trabajos se han realizado en adultos.

En el caso de las investigaciones realizadas en niños, existen muy pocos estudios en donde se haya registrado un suficiente número de derivaciones para poder efectuar un análisis topográfico de la P300. Entre estos estudios se puede citar el realizado por Taylor (1988). Esta autora estudió la onda P300 a estímulos visuales



verbales utilizando personas con un rango de edad entre 7 y 18 años. Los resultados obtenidos en este estudio mostraron una tendencia al aumento en la latencia de P300 con la edad hasta el período de 11-12 años, además se encontraron latencias más tempranas para la P300 frontal particularmente en los sujetos de mayor edad; la misma tendencia a un aumento con la edad ocurrió con la amplitud de la P300 en Pz. La distribución topográfica mostró que en edades tempranas se observa una positividad posterior, que progresivamente se difunde hacia las regiones anteriores: no se registró confiablemente en Cz hasta la edad de 11-12 años, en Fz se observó solamente en el rango de edad de 15-16 años y en Fpz solamente en adultos. En el estudio realizado por Johnson (1989), se analizó la P300 a estímulos auditivos y visuales en un grupo de sujetos del sexo femenino con un rango de edad entre 7 y 20 años en las derivaciones F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz y P4. Los resultados mostraron gran variabilidad en la latencia de la P300, pero con una tendencia a disminuir conforme aumenta la edad. Estos datos muestran la necesidad de efectuar un estudio más detallado de esta variabilidad ya que en casi todas las investigaciones se muestra a la P300 como si siempre ocurriera aproximadamente a la misma latencia en todos los sujetos.

En el caso de los niños con problemas de aprendizaje existen todavía menos antecedentes en la literatura. Holcomb (1985), estudió la P300 visual en una muestra de 24 niños con DL y 24 niños de un grupo control. Los resultados encontrados fueron básicamente un aumento en la latencia y disminución de la amplitud de la P300 en el grupo con DL. Sin embargo, sólo se registró un número muy reducido de derivaciones por lo que no fué posible conocer la distribución topográfica de dicha onda. En otro estudio, Ollo y Squires (1986), registraron la P300 en Fz, Cz, y Pz a estímulos auditivos verbales y no verbales en un grupo de niños normales y otro de niños con DL, ambos grupos de 12-15 años. Los resultados encontrados fueron básicamente una amplitud menor en los niños con DL en relación con los sujetos normales.

Posteriormente, Taylor y Keenan (1990), estudiaron la P300 en tareas de decisión léxica en un grupo de niños disléxicos y en un grupo control, encontrando mayores latencias en el grupo de niños disléxicos. La distribución topográfica fué diferente en ambos grupos: los sujetos del grupo control mostraron mayores amplitudes en regiones centrales y posteriores, mientras que el grupo de disléxicos lo hizo en las regiones frontales. Aunque estos autores estudiaron bastantes derivaciones, el mapeo de la P300 no fué suficiente ya que no estudiaron la totalidad de las

derivaciones en el sistema internacional 10/20, faltando las regiones posteriores como O1 y O2, y frontales como FP1, Fp2, F7 y F8.

En un estudio reciente, Barnea y cols. (1994), estudiaron la P300 registrada en las derivaciones Fz, Cz, Pz, F3, F4, C3 y C4 en un grupo de niños disléxicos y otro control con edades entre 9 y 13 años. Estos autores utilizaron un paradigma parecido al utilizado por Stemberg (1966) y presentaron estímulos visuales verbales (dígitos) y no verbales (símbolos que no podían nominarse). La tarea de los sujetos consistió en recordar conjuntos de 1, 2 y 3 estímulos y posteriormente tenían que decidir si un estímulo de prueba presentado después de 2 seg. pertenecía o no al conjunto de estímulos previamente presentado. Los resultados más importantes en este estudio fueron que los niños disléxicos presentaron amplitudes más grandes y latencias más prolongadas comparadas con las del grupo control. En este último grupo las amplitudes a los estímulos verbales que se tenían que memorizar fué significativamente mayor que a los no verbales, sucediendo lo contrario en el caso de los niños disléxicos. El mismo efecto se encontró para las amplitudes de la P300 de los estímulos de prueba presentados después de los conjuntos de 2 y 3 estímulos. Asimismo, se observaron P300s de mayor amplitud en la región central izquierda que en la derecha en el grupo control, observándose lo contrario en el caso del grupo de disléxicos. Finalmente, en las regiones frontales las P300s del lado derecho fueron de mayor amplitud en ambos grupos, mientras que en las temporales fueron de mayor tamaño en el lado izquierdo también en ambos grupos de niños.

#### **1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Con base en la literatura revisada se tomaron en consideración los siguientes puntos para plantear la necesidad de estudiar las alteraciones cognoscitivas presentes en los niños con DL por medio del estudio de la onda P300:

- 1) La exploración neuropsicológica de los niños con DL permite suponer que una proporción significativa de esta población presenta deficiencias en el funcionamiento de la memoria de trabajo.
- 2) El estudio de la onda P300 es una herramienta útil en el estudio de los procesos cognoscitivos involucrados en el procesamiento de la información, particularmente en los procesos asociados a la memoria de trabajo.
- 3) Hasta ahora la mayoría de los estudios se han realizado en niños disléxicos, los cuales presentan dificultades extremas para la lectura y forman un porcentaje

reducido en la población de niños con DL, en donde los casos más abundantes podrían corresponder a la clasificación de "lectores deficientes, variedad de jardín". En esta clasificación estarían los niños con dificultades menos extremas para la lectura, con deficiencias en otras áreas académicas y con un C.I. normal o un poco inferior a lo normal que, repetimos, podrían conformar la mayoría de los niños con DL ( Stanovich, 1988), y

4) Los estudios efectuados no han utilizado la totalidad de las derivaciones incluidas en el Sistema Internacional 10/20. El estudio de la distribución topográfica y de la latencia y amplitud de la P300 en niños con DL y su comparación con los niños normales nos permitiría establecer las regiones cerebrales que pudieran estar alteradas en estos últimos y al mismo tiempo aportar elementos para ir tratando de establecer el probable mecanismo electrofisiológico involucrado en estas alteraciones.

5) En la mayoría de los trabajos se han usado tareas de lectura, por lo que las ejecuciones de los individuos se han visto influenciadas por las dificultades inherentes a sus deficiencias en la lectura, es decir, en un momento dado no se puede saber si los resultados experimentales son debidos a un mal funcionamiento de la memoria per se o a las dificultades para interpretar los símbolos escritos.

Basados en estos puntos, en el presente trabajo se propone estudiar la P300 a estímulos visuales que no involucran la lectura en un grupo de niños con DL y otro de niños normales, poniendo particular énfasis en su amplitud, latencia y topografía.

### **1.5. OBJETIVOS**

El objetivo que se tiene en el presente trabajo es el de comparar la latencia, amplitud y topografía de la P300 a estímulos visuales en dos grupos de niños: uno con y otro sin deficiencias en la lectura.

### **1.6. PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS**

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, de las evaluaciones neuropsicológicas realizadas en niños con deficiencias en la lectura, podemos suponer que los niños con DL presentan deficiencias en la memoria operativa. Si esta suposición es cierta, podemos pensar que en estos niños las alteraciones en la P300 consistirán en una latencia mayor y/o en una amplitud menor de dicha onda

en comparación con la P300 de los niños normales, ya que estos hallazgos han sido los más consistentes en muestras de individuos con deficiencias cognoscitivas.

## MATERIAL Y METODOS

### 2.1. SUJETOS

Los sujetos empleados en este estudio fueron 40 niños diestros de 10.-12 años de edad. 20 niños se encontraban cursando la primaria en una escuela oficial con buenas calificaciones (promedios de 8-10 de calificación) y fueron los que constituyeron nuestro grupo control. Los otros 20 niños también se encontraban cursando la educación primaria en una escuela oficial, pero el 69 % de estos niños habían reprobado por lo menos un año y al momento del estudio el 100 % de ellos presentaban un rendimiento académico deficiente en prácticamente todas las áreas académicas y había sido necesario que además de la primaria normal, asistieran a un centro psicopedagógico para que llevaran una instrucción primaria adecuada a su rendimiento académico. Sin embargo, debido a que la onda P300 sólo se observó en 17 niños de cada grupo (8 niñas y 9 niños en el grupo control, y 9 niñas y 8 niños en el grupo con DL), sólo se presentan los datos de estos sujetos.

Tanto los niños del grupo control como los del grupo experimental presentaron un C.I. > 82 según la prueba de inteligencia WISC-RM y la exploración neurológica, efectuada por un especialista, mostró que todos los niños estaban sanos.

Para seleccionar a los niños con base en sus habilidades para la lectura, se les aplicó una batería para el estudio de los trastornos de la lectura (BTL) cuyos resultados son descritos en Silva y cols. (1994). La tabla 1 muestra los subtests de la BTL en donde se observaron diferencias significativas entre los dos grupos. Como puede observarse, esta batería está compuesta por 8 tareas: lectura de palabras, comprensión de lectura, nominación de figuras, ordenamiento de oraciones, completamiento de oraciones, categorización fonológica de figuras, categorización fonológica de palabras y percepción de rasgos. Los puntajes totales de cada tarea se obtienen a partir de la medición de distintas variables que la componen, de esta manera, lo que se observa en la tabla es el resultado de un MANOVA que comprendió la totalidad de las variables en cada tarea; puede apreciarse que las ejecuciones de los niños con DL fueron estadísticamente inferiores a las de los niños del grupo control en cada tarea.

## 2.2. PARADIGMA DE ESTIMULACION PARA LA OBTENCION DE LA P300.

El paradigma de estimulación utilizado fué del tipo oddball (Hillyard y Picton 1987), obteniéndose la P300 a estímulos visuales (cuadros y triángulos). Uno de los estímulos se presentó con una probabilidad del 80% (estímulo frecuente) y el otro con probabilidad del 20% (estímulo infrecuente). La presentación de los estímulos se hizo en forma contrabalanceada ( para la mitad de los sujetos de ambos grupos el cuadrado fué el estímulo infrecuente y para la otra mitad el triángulo) y azarosa, de acuerdo a una secuencia de estimulación que comprendió 3 bloques de 70, 80 y 110 estímulos (tabla 2). La duración de cada estímulo fué de 200 ms y el tiempo interestímulos de 2-2.5 seg.

Cada sesión comenzaba con un entrenamiento durante el cual el niño aprendía a reconocer el estímulo que tenía que contar. Los niños de ambos grupos aprendieron, desde el primer ensayo, a discriminar entre las dos figuras que se les presentaban.

### DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS EN LA BTL

TAREA	P	DIFERENCIAS
LECTURA DE PALABRAS	0.0001	CONTROL < DL
COMPRESION DE LECTURA	0.0001	CONTROL > DL
NOMINACION DE FIGURAS	0.0006	CONTROL < DL
ORDENAMIENTO DE ORACIONES	0.0001	CONTROL < DL
COMPLETAMIENTO DE ORACIONES	0.0001	CONTROL < DL
CATEGORIZACION FONOLOGICA DE FIGURAS	0.0001	CONTROL < DL
CATEGORIZACION FONOLOGICA DE PALABRAS	0.0001	CONTROL < DL
PERCEPCIÓN DE RASGOS	0.0038	CONTROL < DL

TABLA 1. Se muestran los niveles de significancia de las diferencias entre los grupos normal y con DL en los subtests de la BTL. Un < significa menor tiempo y menos errores en el subtest, un > significa mejor ejecución. Modificada de Silva y cols. (1994).

### **2.3 METODO DE REGISTRO Y ANALISIS DE DATOS.**

Los estímulos visuales se presentaron por medio de un monitor de computadora estando el sujeto cómodamente sentado frente al monitor, a una distancia de 90 cm y con la luz apagada. Los registros de los PREs se hicieron en forma monopolar en las 19 derivaciones del sistema internacional 10-20 VS A1-A2, usando un sistema de registro medicid-3M con amplificadores de .5 - 30 Hz de ancho de banda. El intervalo de muestreo fué de 4 ms. y se registró una época de 1024 ms. con un intervalo preestímulo de 100 ms. La selección de los segmentos se hizo fuera de línea por inspección visual, rechazando todos los segmentos con movimientos oculares detectados en las regiones frontopolares y/o con la señal de base montada sobre corriente directa. Con los segmentos de EEG seleccionados se promediaron por separado las respuestas a los estímulos frecuente e infrecuente. Para la identificación de la onda P300 se procedió de la siguiente forma: Tanto en cada niño como en el gran promedio se examinó el PRE obtenido al estímulo infrecuente, se identificó el punto positivo de mayor voltaje entre 280 y 700 ms en la derivación Pz, y ese punto se consideró como el pico de la P300 para todas las derivaciones. Los mapas de voltaje se elaboraron considerando una ventana de 50 ms a la izquierda y a la derecha de este mismo punto para los PREs a los dos tipos de estímulo, (frecuente e infrecuente). Con estos mapas se construyó un mapa de las diferencias entre los voltajes correspondientes a los PREs de los estímulos infrecuente - frecuente. Finalmente se elaboró un mapa porcentaje, llevando al 100%, el valor máximo de las diferencias encontradas con la finalidad de escalar los datos entre los individuos de un grupo y otro. El mismo procedimiento se siguió en los PREs de los grandes promedios de cada grupo.

### **2.4 ANALISIS ESTADISTICO**

Con la finalidad de saber si hubo diferencias en cada grupo en la amplitud de las respuestas a los estímulos frecuente e infrecuente, y en todas las derivaciones, se utilizó un análisis de pruebas T con permutaciones para muestras dependientes. Posteriormente se hizo una comparación entre grupos de la topografía de la P300 utilizando el mismo análisis pero para muestras independientes, ambas pruebas desarrolladas por Galán (1993). Este análisis se utilizó fundamentalmente debido a que es un análisis estadístico no paramétrico, por lo que permite trabajar con muestras pequeñas y manejar gran número de variables de naturaleza multivariada.

SECUENCIA DE ESTIMULACION VISUAL

E	PRIMER BLOQUE	SEGUNDO BLOQUE	TERCER BLOQUE
T	T T T T	T T T T	T T T T C
T	C T T T	T T T T	T T C T T
T	T T C	T T C T	T T T C C
C	T T T	T T T T	C T C T T
T	T T T	C T C T	T C T C T
T	C T T	T T T T	C T C T T
C	T T C	T T T T	T T T C T
C	T T C T	T T T T	T T T C
T	T T T	C T T T	T C C T T
T	T T T	T T T C	T T T T T
C	T C C	T T C T	C C T T T
T	T T T	T C T	T T T T T
T	C T T	T T T	T T T T T
T	T T T	T T T	T T T T T
C	T T C	T T T	T T T T T
T	T T T	C C C	T T T T T
T	T C T	T T T	C T T T C
T	T T T	C T T	T T T T T
C	T T T	T T C	T T T T
T	T T T	T C T	T T T T
T	T T T	T T T	T T T T
T	T T T	T T T	T T C C
T	T T T	T T C	T C T T
C	C T C	C T T	T T C T
F = 10	F = 56	F = 64	F = 88
I = 5	I = 14	I = 16	I = 22
Tot. = 15	Tot. = 70	Tot. = 80	Tot. = 110

**Tabla 2.** Se muestra la secuencia de estimulación visual. La letra C indica la presentación de un cuadrado y la T indica la presentación de un triángulo. La secuencia de estimulación comenzaba con un período de ensayo (E), seguida de 3 bloques de estimulación (primero, segundo y tercer bloque). En cada bloque, la secuencia de estimulación comenzaba con la presentación de los estímulos de la columna de la izquierda, de arriba hacia abajo y al terminarse continuaba con la siguiente columna hasta terminar el bloque. Al finalizar cada bloque se le pedía al sujeto que dijera el total de los estímulos infrecuentes. En la parte inferior de la tabla se indica el total de estímulos frecuentes (F), el total de estímulos infrecuentes (I) y la suma total (Tot.) de estímulos presentados ( $F + I = \text{Tot.}$ ) en cada bloque.

## RESULTADOS

Durante la fase de entrenamiento todos los niños aprendieron a discriminar el estímulo blanco, realizándose el conteo de este estímulo sin errores por bloque tanto en el grupo control como en el experimental.

En la figura 1 se muestran los potenciales obtenidos en el grupo control en las derivaciones C3, C4, P3, P4, O1, O2, T5, T6, Fz, Cz y Pz, por ser los lugares en donde se aprecian mejor los componentes de los PREs. Estos potenciales corresponden al gran promedio obtenido a partir de 17 niños ya que como se mencionó anteriormente, de los 20 niños registrados, en 3 no se observó la P300. Se puede apreciar un componente exógeno positivo, que aparece alrededor de los 100 ms después de que se da el estímulo (P100), en los potenciales a los estímulos frecuente y al infrecuente en las regiones occipitales y temporales posteriores, indicando una buena respuesta a la estimulación visual. En seguida aparece un componente negativo (N100) que se observa también en el resto de las derivaciones. Una onda positiva que aparece alrededor de los 200 ms (P200) se puede apreciar solamente en las regiones centrales, parietales y en Fz, y en seguida de esta onda aparece un componente negativo alrededor de los 200 ms (N200) que también se aprecia mejor en estas mismas regiones; a pesar de no haber hecho una evaluación cuantitativa, en base a la inspección visual se puede decir que en P100, N100 y P200 no se aprecian diferencias entre las respuestas a los estímulos frecuente e infrecuente. Finalmente, hacia los 476 ms se puede apreciar el componente P300, esta onda positiva se muestra claramente en todas las derivaciones excepto en las regiones frontales. Puede observarse que la duración de la P300 es más larga en las derivaciones temporales posteriores y occipitales en donde la duración es de aproximadamente 400 ms; mientras que en las demás regiones es de 250 a 300 ms. El análisis estadístico efectuado para comparar las respuestas entre los estímulos frecuente e infrecuente en la ventana de 432-532 ms, mostró una positividad significativamente mayor para la respuesta al estímulo infrecuente en las derivaciones C3, C4, P3, P4, O1, O2, T5, T6, CZ y PZ;  $P < 0.008$  por derivación y  $P = 0.0009$  global, lo que se aprecia mejor en el mapa topográfico de las diferencias entre estímulos y en el porcentual (figura 3).

Las respuestas observadas en el grupo con DL se pueden apreciar en la figura 2. Se observa que la P300 presentó su pico máximo en Pz a los 452 ms. Al igual que en el grupo control, la duración de la onda en las regiones temporales posteriores y occipitales fué mayor que en las demás derivaciones. Asimismo, las diferencias entre



estímulos (frecuente e infrecuente) fueron significativas en forma global ( $p = 0.0009$ ). Para las derivaciones parietales, temporales posteriores y occipitales el nivel de significancia por derivación fué  $p = 0.0009$  para cada una. En las regiones centrales solamente se observaron diferencias estadísticamente significativas en C3 y Cz ( $P = 0.01$ , en cada derivación) lo que se aprecia mejor en el mapa topográfico de las diferencias entre estímulos y en el porcentual (figura 4). Finalmente, la comparación de las ondas diferencia entre los grupos utilizando la totalidad de las derivaciones registradas en la ventana de 432 - 532 ms no mostró ninguna diferencia (ver figura 5). Es decir que en ambos grupos la P300 era de igual amplitud comparando entre si cada una de las derivaciones.

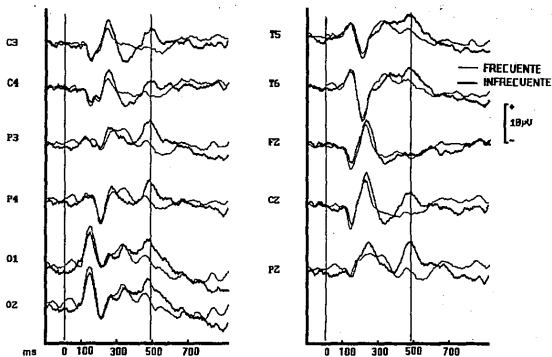


Fig 1. Se muestran los PRES a los estímulos frecuente e infrecuente en el grupo control. El cursor de la izquierda muestra el tiempo pre-estímulo y el cursor del lado derecho muestra la latencia del pico máximo de voltaje de la P300 en Pz..

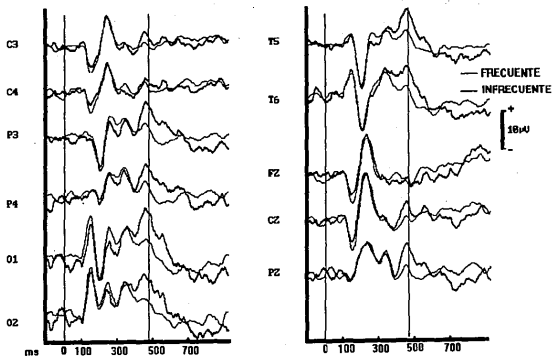


Fig 2. Se muestran los PREs a los estímulos frecuente e infrecuente en el grupo con DL. El cursor de la izquierda muestra el tiempo pre-estímulo y el cursor del lado derecho muestra la latencia del pico máximo de voltaje de la P300 en Pz.

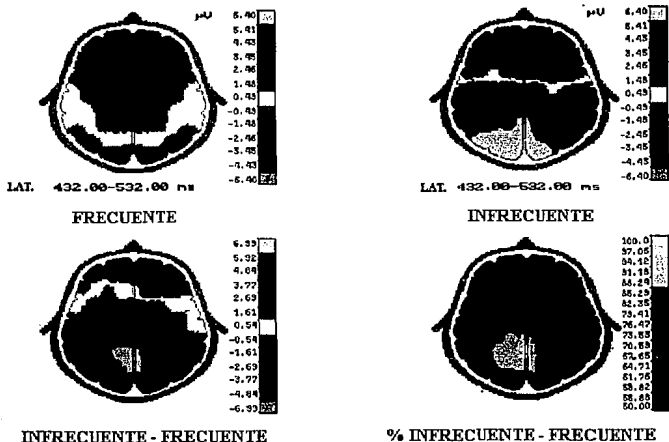
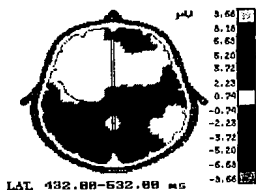
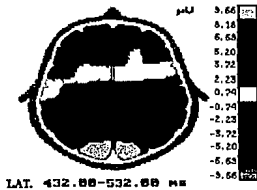


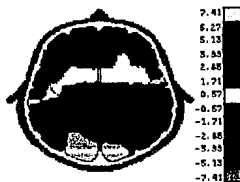
Figura 3. Mapas de voltaje de la P300 en el grupo control. La figura superior izquierda muestra el mapa para la respuesta al estímulo frecuente; la figura superior derecha es el mapa para la respuesta al estímulo infrecuente. La figura inferior izquierda es el mapa de las diferencias entre el voltaje obtenido en el PRE al estímulo infrecuente -el voltaje obtenido en el PRE al estímulo frecuente; las áreas con diferencias mayores al 50% se pueden ver en el mapa inferior derecho.



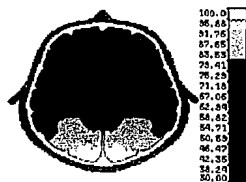
FRECUENTE



INFRECUENTE



INFRECUENTE - FRECUENTE



% INFRECUENTE - FRECUENTE

Figura 4. Mapas de voltaje para la P300 en el grupo con DL. La figura superior izquierda muestra el mapa para la respuesta al estímulo frecuente; la figura superior derecha es el mapa para la respuesta al estímulo infrecuente. La figura inferior izquierda muestra el mapa de las diferencias entre la respuesta al estímulo infrecuente -la respuesta al estímulo frecuente; finalmente en la parte inferior derecha se muestran las áreas con una diferencia mayor al 50%.

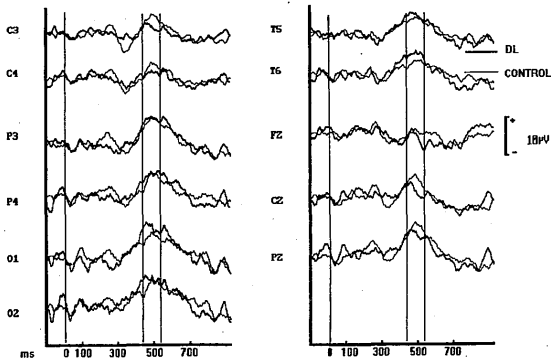


Figura 5. Se muestran las ondas diferencia (PRE al estímulo infrecuente -el PRE al estímulo frecuente de los grandes promedios) de los grupos control y con DL. El cursor de la izquierda muestra el tiempo pre-estímulo y los cursores de la derecha muestran la ventana de análisis para comparar los dos grupos. Como se puede apreciar, en ambos grupos tanto la latencia como la diferencia entre los PREs a los estímulos frecuente e infrecuente en la ventana de análisis fueron muy similares, por lo que no hubo ninguna diferencia significativa entre grupos.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los estudios realizados sobre el desarrollo de la P300 señalan que en edades tempranas (alrededor de los 7 años) se presenta con mayor amplitud en las regiones posteriores y que progresivamente, con el aumento en la edad, se difunde hacia las regiones anteriores: no se registra confiablemente en Cz hasta la edad de 11-12 años, en Fz se observa solamente en el rango de edad de 15-16 años y en Fpz solamente en adultos ( Taylor, 1988). La configuración topográfica de la P300 encontrada en ambos grupos de niños en el presente estudio, en donde sus edades fluctúan entre 10 y 12 años, nos mostró que la P300 se presenta también con valores de amplitud mayores en las regiones parietales, occipitales y temporales posteriores, particularmente en Pz en donde presenta el pico de mayor amplitud. Esta topografía apoya los datos reportados en la literatura por Taylor, (1988) y por Jhonson (1990), para los niños de edades similares. Sin embargo, aunque no se hizo un análisis estadístico, se puede apreciar que la onda P300 registrada en T5 y en T6 presentan una morfología distinta a los de las demás derivaciones: se aprecia de mayor duración que en las demás derivaciones excepto, probablemente que en O1 y O2. Las lesiones en las regiones temporales se han asociado a anomalías en los procesos de memoria a corto plazo ( McCarty y Warrington, 1990) señalando que en condiciones normales estas regiones están involucradas en el procesamiento de la información que tiene que ser recordada por períodos cortos. Si este es el caso, es natural la morfología de la P300 que se observa en estas derivaciones ya que indicaría que existe una actividad neuronal más sostenida en estas áreas asociada al procesamiento de la información que tiene que ser recordada.

El otro dato que llama la atención en el presente estudio, es el hecho de que no se encontraron diferencias entre los grupos control y experimental ni en las latencias ni en la topografía de la P300. Si consideramos que la tarea que tenían que ejecutar los niños era únicamente de contar los estímulos infrecuentes y que la hicieron bien todos los niños de ambos grupos, podemos pensar que en realidad el grado de dificultad era sumamente bajo y que los recursos cognoscitivos requeridos para la ejecución de la tarea fueron suficientes en los niños de ambos grupos. Si la explicación que se acaba de dar es correcta, podemos pensar que para poder observar diferencias en la P300 entre los grupos que se estudiaron en el presente trabajo, sería necesario incrementar el grado de dificultad en la tarea, de tal manera que la carga en la memoria fuera lo suficientemente grande que solamente los individuos con mayor capacidad de recursos pudieran procesarla adecuadamente y dar las respuestas electroencefalográficas normales.

Ollo y Squires (1986), comparando las P300s obtenidas en niños disléxicos y normales a estímulos verbales y no verbales, encontraron una disminución en la

amplitud de la P300 a ambos tipos de estímulos en los niños disléxicos en comparación a los niños normales. Estudios realizados por otros autores (Holcomb y cols, 1985 y Taylor y Keenan, 1990) también han encontrado resultados similares, es decir que los niños con deficiencias en la lectura presentan alteraciones en la P300. Sin embargo, estos estudios tienen la característica en común de que en ellos el grupo de niños con deficiencias en la lectura son caracterizados como disléxicos. Stanovich, (1988) ha propuesto que los niños clasificados como disléxicos representan un extremo en el continuum de las habilidades de la lectura, en el centro se encontrarían los niños a los que se ha llamado de "variedad de jardín" y en el otro extremo se encontrarían los niños con habilidades normales o superiores para la lectura. Es decir que los niños disléxicos serían los niños con deficiencias extremas. Lo anterior no es nada raro considerando que en estos niños se han observado deficiencias a nivel perceptual tanto para estímulos verbales como no verbales y alteraciones anatómicas en sujetos que en vida presentaban este trastorno de la lectura (Galaburda 1992). En el caso de los niños clasificados dentro de la "variedad de jardín" las causas de las deficiencias en la lectura deben ser menos severas que las encontradas en los disléxicos toda vez que las alteraciones en la lectura son menos graves. Aunque a los niños del presente estudio no se les aplicaron las pruebas que nos permitieran afirmar que pertenecían a la variedad de jardín, podemos aventurar este juicio ya que por lo menos comparten dos características con los niños descritos por Stanovich (1988): un CI ligeramente por debajo de lo normal o normal y deficiencias en otras áreas diferentes a la lectura. Por lo tanto es de esperarse que solamente tareas más complicadas pudieran diferenciar adecuadamente a estos niños de los normales.



## REFERENCIAS

- Ackerman, P.T. and Dykman, R.A. Phonological processes, confrontational Naming and immediate memory. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 597-609, 1993.
- Ackerman, P.T.; Dykman, R.A. y Gardner, M.Y. Counting rate, naming rate, phonological sensitivity and memory span: major factors in severe dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 23, 325-337. 1990.
- Ahn, H. Electroencephalographic evoked potentials comparisons of normal children with different modes of underachievement. Doctoral Dissertation, University of Iowa, 1977.
- Ahn, H.; Pritchep, L.; John, E.R.; Baird, H.; Trepetin, M.; Kaye, H. Developmental equations reflect brain dysfunction. *Science*, 210, 1259-1262, 1980.
- Baddeley, A. D. Working memory. London: Oxford University Press. 1986.
- Baddeley, A.D. and Hitch, G. Working memory. In G.H. Bower, ED. *The psychology of learning and motivation*, 8, 47-89. San Diego. C.A: Academic Press. 1974.
- Baddeley, A.D. Reading and working memory. *Bulletin of The British Psychological Society*, 35, 414-417, 1982.
- Barnea, A.; Lamm, O.; Epstein, R. and Pratt, H. Brain potentials from dyslexic children recorded during short-term memory tasks. *International Journal of Neuroscience*, 74, 227-237. 1994.
- Bernal, J.; Becker, J.; Harmony, T.; Rodríguez, M., Reyes, A.; Marosi, E.; Fernández, T.; Guerrero, V. Visual evoked potentials attention and mnemonic abilities in children. *International Journal of Neuroscience*, 66, 45-51, 1992.
- Bernal, J.; Harmony, T.; Marosi, E.; Becker, J.; Reyes, A.; Rodríguez, M.; Hinojosa, M.; Rocha C. Correlation between visual evoked responses and an educational evaluation. *Neurosciences*, 1, 25-30, 1990.
- Boder E. Developmental Dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 15, 663-687, 1973.

- Brainerd, C.J. and Kingma, J. On the independence of short-term memory and working memory in cognitive development. *Cognitive Psychology*, 17, 210-247, 1985.
- Cohen, J.; Breslin, P. W. Visual evoked responses in dyslexic children. *Ann. N. Y. Acad. Science*, 425, 338-343, 1984.
- Connors, C.K. Cortical visual evoked response in children with learning disorders. *Psychophysiology*, 7, 418-428, 1971.
- Cornwall, A. The relationship of phonological awareness, Rapid naming, and verbal memory to severe reading and spelling disability. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 532-538, 1992.
- Dallego, M.L. and Moely, B.E. Free recall in boys of normal and poor reading levels as a function of task manipulation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 30, 62-78, 1980.
- Daneman, M. y Carpenter, P.A. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466, 1980.
- Dempster, F.N. Short-term memory development in childhood and adolescence. in C.J.Brainerd and M. Pressley, Eds. *Basic Process in Memory*, pp 75-101. New York: Springer-Verlag. 1985
- Dixon, P.; LeFevre, J. and Twilley, L.C. Word knowledge and working memory as predictors of reading skill. *Journal of Educational Psychology*, 80, 465-472, 1988.
- Donchin E. y Coles M.G.H. Is the P3 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 355-372, 1988.
- Donchin, E. Surprise!...Surprise?. *Psychophysiology*, 18, 493-512, 1981.
- Duncan-Johnson, C.C. Event-related brain potentials: a window on information processing in chizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 14, 199-203, 1988.
- Duncan-Johnson, C.C.; Donchin, E. On quantifying surprise: The variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 14, 456-467, 1977.
- Fabiani, M.; Karis, D.; Donchin, E. P300 and recall in an incidental memory paradigm. *Psychophysiology*, 23, 298-308, 1986.

- Fernández-Bouzas, A.; Malacara, F.; Ramírez, H.; Harmony, T., Becker, J.; Marosi, E.; Rodríguez, M. y Reyes, A. Computer tomography in children with electrophysiological abnormalities. *International Journal of Neuroscience*, 56, 247-253, 1991.
- Galaburda, A. and Livingstone, M. Evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. In Tallal, P.; Galaburda, A.M.; Llinás, R.R. and Euler, C.V. (Eds.) *Temporal Information Processing in The Nervous System: Special Reference to Dyslexia and Dysphasia*. Annals of The New York Academy Of Sciences, 1993.
- Galán, L., Biscay, R., Neira, L., Pérez, M.C., Rodríguez, R., Bobes, M., Martín, V. Statistical analysis of evoked potential data by means of nonparametric methods. Fourth International Symposium of the ISBET 1993. abstracts. p46.1993.
- Hanley, J.; Sklar, D. Electroencephalographic correlates of developmental dyslexias: computer analysis of recordings from normal and dyslexic children. In G. Leisman (Ed.), *Basic visual processes and learning disability*. Springfield: Charles C., Thomas, 1976.
- Harmony, T.; Hinojosa, G.; Marosi, E.; Becker, J.; Fernández, T.; Rodríguez, M.; Reyes, A.; Rocha, C. Correlation between EEG spectral parameters and an educational evaluation. *International Journal of Neuroscience*, 54, 147-155, 1990.
- Hillyard, S.A. and Picton, T.W. (1987). Electrophysiology of cognition. in F. Plum (Ed.), *Handbook of physiology* pp.519-584. Washington, DC: American Physiological Society.
- Holcomb, P.J. Cognitive Event-related brain potentials in children with attention and reading deficits. *Psychophysiology*, 22, 656-667, 1985.
- Hooper, S.R.; Boyd, T.A. Neurodevelopmental learning disorders. En Obrzut, J. E. Y Hynd, G.W. (Eds.) *Child Neuropsychology clinical practice*, vol. 2, Academic Press Inc., 1986.
- Horst, R.L.; Johnson, R. Jr.; Donchin, E. Event related brain potentials and subjective probability in a learning task. *Memory and Cognition*, 8, 476-488, 1980.
- Johnson, R. Jr. Developmental evidence for modality-dependent P300 generators: a normative study. *Psychophysiology* 26, 651-667, 1989.

- Johnson, R. Jr.; Donchin, E. On how P300 amplitude varies with the utility of the eliciting stimuli. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 44, 424-437, 1978.
- Johnstone, J.; Galin, D.; Fein, G.; Yingling, G.; Herron, J.; Marcus, M. Regional brain activity in dislexic and control children during reading task: Visual probe event related potentials. *Brain and language*, 21, 233-254, 1984.
- Just, M. y Carpenter, P.A. A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychology Review*, 99, 122-149, 1992.
- Lyon, R. Subgroups of Learning disabled readers: Clinical and empirical identification. H. R. Myklebust (ed.). *Progress in Learning Disabilities* vol. 5. New York, Grune and Stratton, 1982.
- Mann, V.A. and Liberman, I.Y. Phonological awareness and verbal short-term memory. *Journal of Learning Disabilities*, 17, 592-599, 1984.
- Mattis, S., French, J.H. and Rapin T. Dyslexia in children and adults: Three independent neuropsychological syndromes. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 17, 150-163, 1975.
- Maurer, K.; Dierks, T. y Ihl, R. Quantitative P300 data and their topography in dementia. En: *Statistics and Topography in Quantitative EEG*. Elsevier, Paris 243-250, 1988.
- McCarty, R.A. and Warrington, E.K. *Cognitive neuropsychology: a clinical introduction*. San Diego, C.A.: Academic Press. 1990.
- Olo, C; y Squires, Nancy. Event-Related potentials in learning disabilities. In R. Q. Cracco and Bodis-Wollner (Eds). *Evoked Potentials: frontiers of neuroscience*, 3 475-512. New York: Allan R. Liss. 1986.
- Perfetti, C.A. and Lesgold, A.M. Discourse comprehension and sources of individual differences. In M.A. Just and P.A. Carpenter (Eds.) *Cognitive process in comprehension*, 141-183. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1977.
- Petrauskas, R.; Rourke, B. Identification of subgroups of retarded readers: A neuropsychological multivariate approach. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 1, 17-37, 1979.
- Polich, J. Comparison of P300 from passive tone sequence paradigm and an active discrimination task. *Psychophysiology*, 24, 41-46, 1987.

- Polich, J.; Howard, L.; Starr, A. P300 latency correlates with digit span. *Psychophysiology*, 20, 665-669, 1983.
- Preston, M.S.; Guthrie, J.T.; Kirsh, I.; German, D.; Childs, B. VERs in normal and disabled adult readers. *Psychophysiology*, 14, 8-14, 1977.
- Rebert, C.S.; Wexler, B. N.; Sproul, A. EEG asymetry in educationally handicapped children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 45, 436-442, 1978.
- Silva, J.; Harmony, T.; Bernal, J.; Fernández, T.; Rodríguez, M.; Reyes, A.; Marosi, E.; Yañez, G.; Guerrero, V.; Rodríguez, H. y Rodríguez, M. Comparación entre las habilidades en la lectura de dos grupos con diferente desempeño académico. Enviado para su publicación. 1994.
- Stanovich, K.E. Explaining the differences between the dyslexic and the garden-variety poor reader: the fonological-core variable-difference model. *Journal of Learning Disabilities*, 21, pp. 590-604, 1988.
- Swanson, H.L. Generality and modificability of working memory among skilled and less skilled readers. *Journal of Educational Psychology*, 84, 473-488, 1992.
- Swanson, H.L. Short-term memory and working memory: do both contribute to our understanding of academic achievement in children and adults with learning disabilities?. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 34-50, 1994.
- Swanson, H.L. Working memory in learning disability subgrups. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 87-114, 1993.
- Swanson, H.L. y Ramalgia J.M. The relationship between phonological codes on memory and spelling tasks for students with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 396-407, 1992.
- Swanson, H.L.; Cochran, K.F. y Ewers, C.A. Working memory in skilled and less skilled readers. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 17, 145-156, 1989.
- Taylor, M.J. Developmental changes in ERPs to visual language stimuli. *Biological Psychology*, 26, 321-338, 1988.
- Taylor, M.J. y Keenan, N.K. Event-related potentials to Visual and lenguaje stimuli in normal and Dyslexic children. *Psychophysiology*, 27, 318-327, 1990.

- Torgesen J.K. The cognitive and behavioral characteristics of children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 21, 587-589, 1988.
- Torgesen, J., and Goodman, I. Verbal rehearsal and short-term memory in reading disabled children. *Children Development*, 20, 200-207, 1977.
- Wagner, R.K., and Torgesen, J.K. The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101, 192-212, 1987.