



29/23

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**Relación Entre una Prueba de Lecto-
Escritura y los Potenciales
Evocados Visuales.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA
P R E S E N T A
JORGE BERNAL HERNANDEZ

Directora de Tesis: **THALIA HARMONY BAILLET**

FALLA DE ORIGEN

MÉXICO, D.F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE

I	INTRODUCCION.....	1
1.1	Características y antecedentes en el Estudio de los TA...3	
1.1.1	Características de los TA.....	3
1.1.2	Antecedentes históricos en el estudio de los TA.....	4
1.2	Potenciales evocados.....	6
1.2.1	Potenciales evocados visuales.....	11
1.2.2	Generadores corticales de los PEVs.....	13
1.2.3	Los PEVs y su relación con los TA.....	14
II	MATERIAL Y METODOS.....	25
2.1	Sujetos.....	25
2.2	Prueba de lecto-escritura.....	25
2.2.1	Evaluación de la prueba de lecto-escritura.....	27
2.3	Registro de los potenciales evocados visuales.....	29
2.4	Análisis estadístico de los datos.....	31
III	RESULTADOS.....	34
3.1	Potenciales evocados visuales.....	34
IV	DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	41
	REFERENCIAS.....	46

I. INTRODUCCION

Los trastornos en el aprendizaje (TA) es un problema que según algunos autores ataca a aproximadamente al 50-60% de la población infantil en los Estados Unidos y es posible que este mismo porcentaje se presente en la población infantil de otros países. Lo anterior ha propiciado el estudio de este problema por parte de numerosos investigadores quienes lo han tratado de caracterizar en forma precisa mencionando los signos y síntomas que mas frecuentemente se presentan en estos niños, entre los que se encuentran -además de la falta de aprendizaje escolar-, incapacidad para el mantenimiento de la atención, baja autoestima y torpeza motora entre otros. Dado que estos síntomas se presentan también en otros síndromes neurológicos, parte de la investigación ha sido orientada a estudiar los posibles mecanismos neurofisiológicos subyacentes a este padecimiento. Con este fin se ha estudiado la actividad eléctrica cerebral mediante el electroencefalograma y los potenciales evocados a distintos tipos de estímulos.

Dentro de este campo de estudio, los potenciales evocados visuales (PEVs) han sido estudiados por numerosos autores tratando de encontrar diferencias entre los PEVs registrados en sujetos normales y niños con TA. Sin embargo, los experimentos realizados hasta el momento no han aportado datos acerca de todas las regiones cerebrales y por otra parte las medidas que se han utilizado dependen en buena parte de las consideraciones personales de los investigadores. En el presente trabajo se hace un estudio de los potenciales evocados visuales a dos tipos de estímulos en tres grupos de niños con distintos grados de ejecución en tareas de lecto-escritura. Los objetivos que se pretenden lograr con este estudio son los siguientes:

1.-Estudiar el comportamiento de los PEVs en un mayor número de derivaciones electroencefalográficas incluyendo áreas corticales involucradas en la percepción visual y

2.- Evaluar la utilidad de la medición de la "energía" en diferentes intervalos de latencia de los PEVs como un método más objetivo que nos permita observar si existen diferencias entre niños pertenecientes a tres grupos con distintos grados de dificultades en el aprendizaje de la lecto-escritura.

1.1 CARACTERISTICAS Y ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO DE LOS TA

1.1.1 características de los TA

En 1963, Samuel Kirk utilizó el término incapacidad para el aprendizaje, para referirse a los individuos que a pesar de poseer una inteligencia normal, de estar físicamente sanos, con salud emocional y suficiente motivación, eran incapaces de aprender en la escuela, (Cousins y Duhl, 1983). Con el paso del tiempo se ha tratado de caracterizar mejor a los sujetos con trastornos en el aprendizaje, por lo que en la literatura se han mencionado como principales características de estos sujetos: incapacidad para el mantenimiento de la atención, baja autoestima y bajo rendimiento académico. Además se les ha asociado con otros síntomas que pudieran sugerir una disfunción neurológica como son torpeza, dificultad para focalizar la atención, inmadurez y problemas emocionales. Cousins y Duhl (1983), afirman que los TA se acompañan de muchas características, ninguna de las cuales se encuentra en el cien por ciento de los sujetos diagnosticados, de tal manera que si se obtuviera el perfil de signos y síntomas de 100 de estos sujetos, se podrían obtener de 30 a 40 perfiles diferentes.

La diversidad tan grande que se presenta en los síntomas descritos para los sujetos con TA, ha llevado a los investigadores a tratar de definir y clasificar de una manera precisa este tipo de trastornos. Así, una de las definiciones que fué de las más aceptadas por comprender la mayoría de los elementos propuestos en otras definiciones para caracterizar a esta población, es la propuesta en 1968 por la National Advisory Committee

on Handicapped Children of the U.S. Office of Education conocida como la NACHC o la USOE, que dice lo siguiente: Los niños con TA especiales manifiestan un desorden en uno o mas de los procesos psicológicos básicos involucrados en la comprensión y/o el uso de los lenguajes hablado y escrito. Esto se puede manifestar en desordenes en el escuchar, pensar, leer, escribir, deletreo o en aritmética. Incluyen condiciones que han sido referidas como impedimentos perceptuales, daño cerebral, disfunción cerebral mínima, dislexia, afasia evolutiva, etc.. No incluyen problemas de aprendizaje que se deban principalmente a impedimentos visuales, auditivos o motores, retraso mental, trastornos emocionales o desventajas ambientales (USOE, 1968 en Mercer y col., 1976). Sin embargo, la definición actual dada por el DSM III (1985), excluye varias de estas condiciones y se refiere a los TA como problemas escolares de la siguiente manera: " Esta categoría puede usarse cuando la atención o la necesidad de tratamiento se centra en un problema académico, no debido en apariencia a trastorno mental alguno. Un ejemplo sería el de fracasos sistemáticos en los exámenes o el de una falta significativa de rendimiento en sujetos con una adecuada capacidad intelectual, en ausencia de trastornos específicos del desarrollo o de cualquier otro trastorno mental que pueda explicar el problema".

1.1.2 Antecedentes históricos en el estudio de los TA

Citando nuevamente a Cousins y Duhl (1983), se puede decir que el estudio de la población con TA comienza a finales del siglo pasado con los estudios de otros fenómenos relacionados con este

padecimiento como la afasia. En estos estudios se determinó que existían lesiones en el hemisferio cerebral izquierdo en las personas que en vida habían perdido la capacidad de darle significado a los símbolos escritos. Después de esos estudios, surgieron algunas hipótesis para explicar estos trastornos entre las que destacan la propuesta por Fisher en 1910 en la que suponía que las lesiones cerebrales observadas en los sujetos que habían padecido afasia podían explicar lo que él llamó desórdenes congénitos en la lectura, y la de Samuel Orton, quién en la década de los 30s propuso que ciertas dificultades en la lectura podrían explicarse en base a una falta de dominancia cerebral (Cousins y Duhi, 1983). Otro de los antecedentes en el estudio de los TA fué el estudio que se hizo del comportamiento de un grupo de individuos que habían sobrevivido a un epidemia de encefalitis, en los cuales esta enfermedad había producido trastornos conductuales como hiperactividad, distractibilidad, irritabilidad e impulsividad. Así, en la primera mitad de este siglo se pensó que podría existir un daño ó una disfunción cerebral en los niños con síntomas similares a los que en la actualidad presentan los niños con TA, en base a las similitudes de su comportamiento con el de aquellos sujetos con lesiones cerebrales bien documentadas ó porque no se podían atribuir estas alteraciones a otras causas.

Es en la década de los 40s cuando se empieza a postular la existencia de lesiones cerebrales en los niños con TA aún cuando estas no pudieran ser demostradas, y posteriormente en los años 50s, Lilienfeld y Parkhurst (1951) escribieron que las lesiones cerebrales que pudieran ocurrir en la infancia podrían resultar en trastornos en el aprendizaje o en desórdenes en el comportamiento

(Cousins y Dull, 1983) esta misma hipótesis continuó durante los años 70s y en la actualidad existen algunos autores que continúan sosteniendo esta hipótesis.

Es así, que siguiendo la hipótesis de un origen principalmente orgánico en la etiología de los TA, numerosos investigadores han hecho esfuerzos considerables para encontrar las estructuras cerebrales cuyo mal funcionamiento pudieran ser las responsables de este cuadro clínico.

Para tal efecto se han empleado distintas técnicas de investigación entre las que destacan el estudio de la actividad eléctrica cerebral mediante el electroencefalograma y el estudio de los potenciales evocados, cuyo tema abordaremos en esta tesis, especialmente el de los potenciales evocados visuales (PEVs).

Abordaremos este tema con algún detenimiento, primero señalando la definición de los potenciales evocados, su origen fisiológico y algunas de las características por las que se han utilizado como una herramienta útil en el estudio del funcionamiento cerebral y de sus alteraciones, y posteriormente se mencionarán algunas de las investigaciones que han estudiado los PEVs y su relación con los trastornos de aprendizaje.

1.2 POTENCIALES EVOCADOS

Los potenciales evocados son respuestas eléctricas cerebrales a estímulos sensoriales que están relacionados temporalmente con dichas respuestas. Estas respuestas se manifiestan como oscilaciones de voltaje, y ocurren a una latencia determinada después de que se dió el estímulo

dependiendo del tiempo de transmisión central del sistema sensorial que fué estimulado. Estas oscilaciones son encubiertas por la actividad eléctrica espontánea que emite el cerebro (EEG).

Al igual que en el caso del EEG, los potenciales evocados son registros del flujo de corriente extra celular asociado principalmente con los potenciales postsinápticos de las células piramidales de la corteza cerebral que son activadas sincrónicamente, (Harmony, 1984). Se presume que la respuesta evocada es producida por la actividad eléctrica cerebral generada por las células nerviosas colocadas por debajo de los electrodos de registro y que están orientadas verticalmente en relación al cuero cabelludo, estableciéndose un flujo de corriente, que va de las porciones mas superficiales de la corteza cerebral, a las porciones mas profundas. En estas condiciones la amplitud de la onda es máxima y predice adecuadamente la fuente de corriente, disminuyendo dicha amplitud a medida que nos alejamos de la fuente. Sin embargo, debido a los muchos pliegues que existen en la corteza cerebral, puede ser que el electrodo no se encuentre en posición perpendicular a la porción de la corteza cerebral que esta generando el potencial evocado y por lo tanto, puede ser que éste se estuviera produciendo en una porción muy distante al sitio de registro, dificultando de esta manera, la identificación exacta del lugar de origen de dicha corriente.

Teóricamente, el mecanismo por el cual se produce el potencial evocado en la corteza cerebral es el siguiente: en la corteza de proyección específica, el soma de las células piramidales recibe aferencias de las células estrelladas que a su

vez reciben sinapsis de las células tálamicas relacionadas con los sistemas sensoriales específicos. Por otra parte, los sistemas inespecíficos hacen sinapsis en las dendritas apicales de las células piramidales. Dado que existen menos sinapsis en la vía específica que en la vía inespecífica, el soma de las células piramidales se activa primero, provocando su depolarización que se registra como un cambio positivo en la superficie respecto a la profundidad. Posteriormente la depolarización de las dendritas apicales se manifiesta como un cambio negativo en el voltaje registrado en la superficie. Este cambio de voltaje es de mayor amplitud que el cambio positivo debido a que se agrega la repolarización del soma. Al final existirá una hiperpolarización de las dendritas apicales que se refleja como una onda positiva en la superficie (Allison y Vaughan 1977, Harmony 1984, Martin, 1985).

De esta manera un estímulo determinado provoca una respuesta eléctrica con distintos componentes de voltaje que ocurren en las distintas regiones cerebrales y que pueden ser influidos por el estado funcional de dichas áreas.

De acuerdo a Harmony (1984), un potencial evocado puede subdividirse en base a las latencias en que ocurren las diferentes oscilaciones de voltaje que lo componen y que ofrecen informaciones distintas, en tres tipos de eventos:

A) Eventos muy tempranos (10-15 milisegundos). Estos eventos reflejan la transmisión de la información aferente a través de los distintos niveles de la vía específica sensitiva.

B) Eventos de latencia media (50 a 200 milisegundos). Los eventos registrados en este intervalo reflejan la llegada de información a la corteza sensitiva específica y no

específica. Proporcionan información acerca de funciones cerebrales tales como agudeza sensitiva, alerta y atención.

C) Eventos de latencia larga (200 a 500 milisegundos). Particularmente los llamados componentes tardíos positivos, dan información acerca de varios procesos cognoscitivos como la expectación.

Los componentes tempranos de los potenciales evocados se originan por la activación de una determinada vía sensorial y se les conoce también como componentes exógenos. La configuración espacio-temporal de estas ondas esta determinada por la integridad y organización de los receptores sensoriales, la vía sensorial involucrada y las características del estímulo, no siendo modificadas por los estados psicológicos de los sujetos.

A las ondas tardías o inespecíficas se les llama también componentes endógenos. Estas ondas se generan en áreas mas diseminadas y son susceptibles a influencias psicológicas o cognoscitivas. Pueden ser provocadas por eventos exteriores, pero su forma y aparición en el tiempo estan mas determinados por el proceso cognoscitivo particular activado por el estímulo, que por sus características físicas o por la modalidad sensorial en que incide.

Entre las características que distinguen a los componentes endógenos de los componentes exógenos podemos citar el hecho de que mientras en estos últimos la respuesta a un mismo estímulo es invariablemente la misma, los componentes endógenos pueden variar en función de las instrucciones del experimentador y se pueden producir aún en la ausencia del estímulo, si es que la falta de éste tiene un papel importante en la respuesta del sujeto experimental. Asimismo, mientras que los componentes tempranos

de los potenciales evocados varían considerablemente dependiendo de los parámetros físicos del estímulo, en el caso de los componentes endógenos las propiedades de amplitud latencia y forma se pueden producir incluso con estímulos correspondientes a modalidades sensoriales distintas. (Harmony 1984).

Así, mediante el estudio de los distintos componentes de los potenciales evocados, es posible detectar diversas anomalías en el funcionamiento del sistema nervioso central que pudieran relacionarse tanto con problemas sensitivos, como con problemas que afectan las funciones cognitivas en el hombre.

En la actualidad el estudio de los potenciales evocados en el hombre ha demostrado el gran valor que tienen para analizar la integridad funcional del sistema nervioso central ya que la existencia de diversas lesiones en este sistema se manifiestan en alteraciones de los potenciales evocados. Por tal motivo el estudio de estos potenciales es ampliamente utilizado en la clínica neurológica, se emplean experimentalmente para el estudio de procesos tales como la atención, la discriminación entre estímulos, los mecanismos sensoriales del lenguaje, el aprendizaje etc.

En los renglones subsiguientes trataremos algunos aspectos de los PEVs como son el tipo de estímulos que los pueden producir, su fisiología, y algunos de los experimentos que han utilizado estas respuestas para estudiar su relación con las dificultades que presentan algunos niños durante el aprendizaje.

1.2.1 Potenciales evocados visuales

En el laboratorio se han empleado diferentes clases de estímulos con la finalidad de producir este tipo de potenciales evocados y de estudiar sus características. Así, se emplean estímulos tales como iluminación difusa de la retina, flashes dados por un tubo-xenon, iluminación focal de la retina, la presentación de patrones en forma de barras o en cuadrícula como un tablero de ajedrez, la presentación y desaparición alternada de ese estímulo, inversión del estímulo a una luminosidad constante (en el caso del tablero de ajedrez los cuadros negros serán blancos y viceversa en forma alternada) y cambios en la luminosidad. En el caso de los estudios de los procesos cognoscitivos, se han empleado principalmente estímulos que contienen algún tipo de información con contenido simbólico, como por ejemplo letras, palabras, figuras, etc., (Harmony, 1984).

Sin embargo, el método más frecuentemente usado para producir los PEVs es la estimulación intermitente con luz blanca difusa. Aunque los PEVs producidos mediante este procedimiento son muy variables entre los individuos y aún en el mismo sujeto, generalmente se reportan PEVs como gráficos de 7 picos (fig.1), con los siguientes componentes descritos por Cigánek (1961), para las regiones occipital central (Oz) y parietal central (Pz): 4 primeras ondas con latencias medias de 21, 39, 53 y 72 mseg a los cuales Cigánek se refirió como componentes tempranos. Estas son seguidas por otras 4 ondas (de la 4 a la 7) con latencias promedio de 94, 114, 134, y 190 mseg las cuales fueron consideradas por el propio autor como

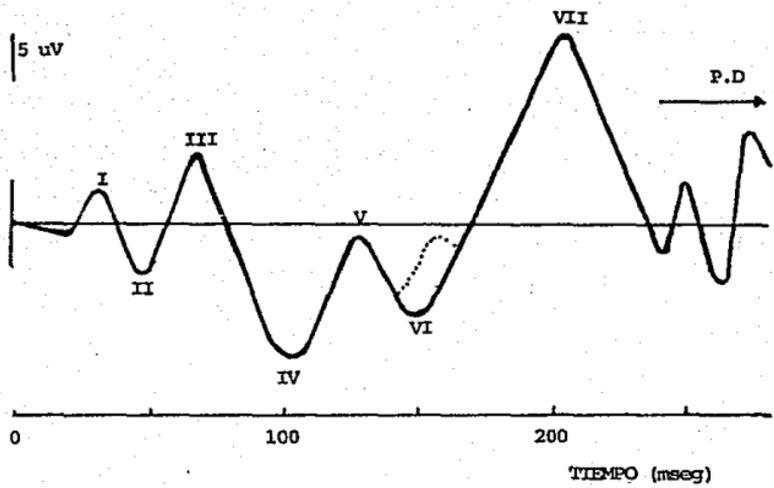


Figura 1. Representación esquemática de los PEPVs con luz difusa. Los componentes tempranos (ondas I, II, III), los tardíos (IV, V, VI, VII) y los primeros elementos de la postdescarga (P.D.) (Ciganek, 1961).

componentes tardíos. Finalmente se considera una postdescarga con ondas con frecuencias dentro del ritmo alfa del EEG, que desaparece si el sujeto abre los ojos. Este mismo investigador sugirió que los componentes tempranos corresponderían a respuestas de la vía visual y que los componentes tardíos serían respuestas inespecíficas.

1.2.2 Generadoras corticales de los PEVs

Existe mucha controversia para establecer cuales son los generadores corticales de los PEVs debido a que existe gran variabilidad interindividual. Sin embargo, varios autores han propuesto que la actividad generalizada que se registra en todas las áreas del encéfalo siguiendo a la estimulación con un destello luminoso difuso, proviene fundamentalmente del Área occipital y la región del vertex, (Cobb y Davson, 1960; Remond y Lesavre, 1965; Vaughan, 1969).

Por otra parte se ha encontrado que los potenciales evocados visuales a patrones tienen su origen en el hemisferio contralateral al campo visual estimulado (Barret y col. 1976). Estos datos han sido confirmados por Hoepfner y col. (1984), quienes estudiando a tres pacientes con lesiones occipitales bien localizadas en alguno de los hemisferios cerebrales, encontraron que si estimulaban a los pacientes con destellos o con patrones alternantes y colocaban el electrodo de referencia en la parte medial del polo frontal, los PEVs anormales se observaban en el hemisferio intacto, mientras que si el electrodo se colocaba en el lóbulo de la oreja ipsilateral, los resultados eran muy confusos, de tal manera que no permitían determinar en cual hemisferio se encontraba la lesión.

En estudios más recientes se ha obtenido más información acerca de los posibles generadores corticales de los PEVs cuando se estimula la parte superior o inferior del campo visual. Srebro (1985), encontró que cuando estimulaba el hemisferio inferior se activaba la corteza contralateral al estímulo. Por otra parte, cuando estimuló el hemisferio superior, se produjo una actividad débil en el polo caudal que sugería que posiblemente la actividad se generaba en la pared inferior e interna del polo occipital, posiblemente en la cisura calcarina. Asimismo observó que la estimulación del hemisferio superior derecho produjo una actividad que se registró principalmente en la porción posterior del lóbulo parietal ipsilateral y /o en la corteza temporal inferior, generalmente derecha. Esta actividad no mostró relación con la lateralización del estímulo. Estos resultados son importantes ya que se ha sugerido que la región posterior del lóbulo parietal está en relación con la orientación espacial visual (Mottet y Mountcastle 1981), y en el caso de la región temporal inferior con la memoria visual a corto plazo.

Por último, es importante destacar que en pacientes en quienes se han localizado lesiones cerebrales fuera de la vía visual, se han observado grandes alteraciones en los PEVs, lo cual sugiere que los generadores de estas respuestas pueden localizarse tanto en la vía específica como en la no específica, en estructuras que funcionalmente se relacionan con el sistema visual (Jonkman, 1967; Dosternuis y col., 1969; Harmony, 1984).

1.2.3 Los PEVs y su relación con los IA

Una de las deficiencias que se encuentran más frecuentemente reportadas en los niños con trastornos de aprendizaje son los

trastornos en el lenguaje escrito. Por tal motivo, en los renglones subsiguientes se expondrán algunas de las investigaciones existentes en las que se estudian los potenciales evocados visuales en relación con los trastornos del lenguaje.

Existe una literatura muy amplia en el estudio de los trastornos del lenguaje y su relación con los potenciales evocados. En tales estudios se han tratado de encontrar los mecanismos neurofisiológicos involucrados en dichos trastornos, de tal manera que entre otros, los distintos investigadores han tratado de demostrar anomalías en: 1) la especialización hemisférica, 2) déficits en la atención, y 3) deficiencias en el procesamiento temporal del estímulo verbal.

Entre los estudios que han encontrado evidencia de que existe una anomalía en la especialización hemisférica se encuentra el realizado por Connors en 1971. Este autor estudió a una familia en la que el padre y los cuatro hijos presentaban déficits en la lectura mientras que la madre presentaba una lectura normal. Asimismo, el investigador utilizó para su estudio 47 niños de una escuela especializada para niños con problemas de aprendizaje. Estimulando a los sujetos con flashes y haciendo los registros de los potenciales evocados en las derivaciones centrales, occipitales y parietales, observó que en el caso de los sujetos con problemas en la lectura, el componente negativo en la latencia de los 200 milisegundos (N 200), del potencial evocado registrado en la región parietal izquierda, estaba significativamente disminuido en amplitud en relación con los potenciales registrados en la misma derivación en sujetos sin alteraciones en la lectura. Estos mismos resultados fueron encontrados por Preston, Guthrie, y

Childs (1974) quienes hicieron una réplica del experimento realizado por Connors, con la finalidad de verificar los resultados encontrados por él. Estos experimentos mostraron que el hemisferio izquierdo era el más afectado cuando existían problemas en la lectura y que posiblemente pudiera existir un alteración en el procesamiento de la información de las áreas afectadas en este hemisferio.

Posteriormente, Ahn (1977) encontró algunos resultados que apoyan la idea de que existe un mal funcionamiento del hemisferio izquierdo en los sujetos que presentan problemas en la lectura. Esta autora estudió a un grupo de sujetos normales y a 3 grupos de sujetos que presentaban diferentes tipos de trastornos: un grupo con problemas específicos de lectura, otro con problemas en aritmética y otro grupo con problemas generales de aprendizaje. En este estudio se registraron los PEVs a los sujetos de los tres grupos a distintos estímulos visuales, entre los que se incluían cuadrículas con distintas separaciones entre las líneas y letras. Por medio de un análisis multivariado de la varianza y covarianza de los valores de amplitud muestreados cada 10 msug, observó diferencias significativas en los PEVs registrados en el hemisferio izquierdo en las latencias de 280 a 340 y de 310 a 380 milisegundos entre los sujetos con problemas específicos de lectura y el grupo de los sujetos normales.

En ese mismo año Preston, Guthrie, Kirsh y Childs, realizaron un estudio en el que compararon los PEVs registrados en distintas derivaciones de ambos hemisferios cerebrales a diferentes estímulos en sujetos adultos disléxicos y normales. Los estímulos que utilizaron fueron flechas y letras,

y registraron en las derivaciones parietales y occipitales (P3, P4, O1 y O2). En estas condiciones observaron que independientemente del grupo, los PEVs registrados en el hemisferio cerebral izquierdo mostraron una amplitud significativamente mayor que los registrados en el hemisferio cerebral derecho en los componentes de latencia media (N200) y en los componentes de latencia tardía durante la estimulación con palabras. Además, encontraron que en relación a los componentes tempranos, los electrodos colocados en la región occipital registraron potenciales con amplitudes mas grandes que los de la región parietal, mientras que en los componentes de latencia media y en los tardíos, los electrodos colocados en las regiones parietales registraron ondas de mayor amplitud. Finalmente, comparando los PEVs entre el grupo control y experimental, encontraron que para P200, los sujetos del grupo control presentaron amplitudes significativamente mas grandes en la región parietal izquierda cuando fueron estimulados con palabras que cuando se estimularon con flash. Lo contrario fue observado en los sujetos disléxicos. Estos resultados también apoyaron la idea de que en los sujetos que sufren de alteraciones en la lectura se presentan anomalías en el funcionamiento de la región parietal izquierda, particularmente ante la presentación de estímulos con algún significado verbal.

Otro de los experimentos en esta línea, es el realizado por Cohen y Breslin (1984). Estos autores estudiaron a un grupo de 16 sujetos disléxicos y a otro grupo de 16 sujetos normales. Los sujetos de ambos grupos fueron estimulados con flashes y con palabras, registrando los PEVs en las derivaciones centrales, parietales y occipitales. Cuando estos investigadores

correlacionaron los componentes tempranos, medios y tardíos de los PEVS a flashes registrados en ambos hemisferios cerebrales, en comparación a cuando eran estimulados con palabras, encontraron que en ambos grupos existía una correlación muy alta entre los componentes medios y tardíos de los PEVs en los dos hemisferios cuando se estimulaba a los sujetos con flash y que en cambio, cuando fueron estimulados con palabras, solamente se encontró una

hemisferios en los sujetos disléxicos. En base a estos resultados los investigadores propusieron que una correlación alta entre la actividad de los dos hemisferios significaría que los dos hemisferios estarían haciendo lo mismo, mientras que una correlación baja implicaría que los hemisferios estarían involucrados en procesos diferentes. Con la finalidad de estudiar la especialización intrahemisférica, estos autores hicieron correlaciones entre las distintas regiones registradas en cada hemisferio, encontrando que cuando se estimulaba con palabras a los sujetos del grupo control, las correlaciones entre los componentes tempranos y tardíos de los PEVs de las distintas regiones del hemisferio izquierdo eran mas bajas que las del derecho, en cambio, en el grupo de los sujetos disléxicos, no se observaron tales diferencias en ninguna condición de estimulación. Por tal motivo, los experimentadores, propusieron que era posible que los trastornos en el lenguaje pudieran deberse a una falta de especialización hemisférica, ya que tanto el hemisferio izquierdo como el derecho de los sujetos disléxicos funcionaba de la misma manera tanto para las palabras como para otro tipo de estímulos sin contenido verbal.

Los trabajos que han estudiado los trastornos de aprendizaje en

relación a deficiencias en el procesamiento temporal de los estímulos visuales, generalmente han medido y comparado las latencias de las ondas de los PEVs en sujetos normales y con TA.

Entre estos estudios se encuentra el realizado por Shields, (1973). Esta investigadora registró los PEVs en niños control y niños disléxicos con edades entre 10 y 13 años en las regiones centrales (rolándicas) de ambos hemisferios cerebrales. Usando como estímulos luz difusa, fotografías, dibujos y palabras con y sin sentido, esta autora encontró que las latencias de todos los componentes de los PEVs fueron más grandes para los sujetos del grupo experimental que para los del grupo control, lo que sugería que los niños disléxicos tendrían un procesamiento de información más lento que los normales.

En otro estudio Weber y Daenn (1977), registraron los PEVs y los potenciales auditivos en 3 familias en las que varios de sus miembros tenían dislexia. Los sitios de registro fueron las regiones parietales, y estimularon a los sujetos con luz difusa y un sonido de 70 decibeles y 200 msec de duración. Contrariamente a lo esperado, los investigadores no encontraron ninguna diferencia entre los grupos control y experimental ni en las amplitudes de los PEVs ni en los potenciales auditivos. Únicamente observaron un retraso en las latencias de los componentes de los potenciales evocados a ambos tipos de estímulos en los sujetos disléxicos, lo cual puso de manifiesto una vez más un retardo en el procesamiento de la información en estos sujetos.

Los estudios que han tratado de explicar los trastornos de aprendizaje en base a un déficit en los mecanismos cerebrales que regulan la atención, han tenido como base los trabajos

realizados en sujetos normales en los que se ha observado una amplitud significativamente mayor de los potenciales evocados cuando los sujetos "ponen atención" a los estímulos que se utilizan para provocar estas respuestas cerebrales, véase el trabajo pionero de Spong, Haider y Lindsley (1965).

En este aspecto Sobotka y May (1977), realizaron un estudio encaminado a observar las diferencias en los potenciales evocados visuales entre niños disléxicos y normales durante una tarea de atención selectiva. Estos autores les pidieron a los individuos de ambos grupos que apretaran un interruptor de corriente tan pronto como detectaran uno de los flashes débiles que eran emitidos en combinación con flashes de mayor intensidad cuya respuesta era registrada. Mediante este procedimiento los investigadores encontraron que los sujetos disléxicos presentaban componentes con mayor amplitud en las derivaciones parietales que el grupo control. Estos resultados estuvieron relacionados con un tiempo de reacción menor en estos sujetos que para los niños del grupo control, lo que hizo suponer a los autores que las diferencias podían deberse a un déficit en la atención selectiva ya que posiblemente los niños disléxicos habían atendido más a los estímulos que no estaban indicados. Estos resultados están en desacuerdo con los obtenidos por Connors (1971) y por Preston y col. (1974). Sin embargo, la explicación que hacen Sobotka y May de sus resultados no parece estar muy bien sustentada, ya que es evidente que si los sujetos disléxicos tuvieron tiempos de reacción más cortos para el estímulo especificado que los sujetos normales, entonces quiere decir que en realidad sí estuvieron atendiendo a este estímulo. Además, es necesario considerar que en este estudio los investigadores no

registraron los PEVs a ambos estímulos para poder comparar la respuesta a cada uno de ellos y en base a ella determinar a cual estímulo se puso más atención. Otro de los trabajos que estudió los PEVs en relación a las diferencias en la atención en niños disléxicos y normales, es el de Dainer y col. (1981). Estos investigadores registraron PEVs en los dos grupos de niños en 2 tipos de tareas que requerían que los sujetos mantuvieran la atención para responder adecuadamente al observar una letra y una secuencia de 2 letras previamente determinadas. En las 2 tareas los niños disléxicos cometieron más errores que los niños del grupo control. Asimismo, se observó que en la tarea en que los niños tenían que estar alertas para identificar la secuencia de las dos letras, los sujetos normales mostraron un componente positivo más grande, entre los 250 y 600 mseg., en la región del vertex y en la región parietal, observándose además latencias mayores para estos componentes en los sujetos disléxicos que en los normales.

En un estudio más reciente, Johnstone y col. (1984), registraron los potenciales evocados visuales a flashes y a un patrón en forma de tablero de ajedrez, en las regiones centrales (C3, C4), parietales (P3, P4), regiones temporales medias (un punto situado entre T4 y T6 y T3 y T5) y en T4 y T6, en un grupo de niños disléxicos y otro de niños normales. Estos registros se llevaron a cabo mientras los sujetos estaban en reposo y ocupados en lectura en voz alta, ó en silencio. Los resultados encontrados mostraron que en los dos tipos de lectura los sujetos normales leyeron más rápido que los disléxicos, como era de esperarse. Por otra parte se observó que estos últimos también tuvieron una disminución en la amplitud de los componentes positivos en la

latencia de 250-350 mseg en las derivaciones centrales y parietales en ambos hemisferios cerebrales. Los propios autores interpretaron estos resultados como una capacidad menor de los disléxicos para atender a estímulos periféricos a diferencia de los sujetos normales quienes pudieron leer mas fácilmente y por lo tanto podrian tener mas capacidad para atender a otros estímulos distintos a la tarea que estan ejecutando.

Por último mencionaremos algunos de los factores que se ha encontrado que pueden influir en los resultados de los PEVs obtenidos al comparar la actividad eléctrica cerebral de niños con TA y niños normales. Harmony y col. (1987), estudiando los PEVs a un patrón en forma de un tablero de ajedrez y a luz difusa, en un grupo de niños normales y otro con problemas de aprendizaje, con edades entre 7 y 13 años, encontraron que la edad se encontraba en relación negativa con los valores de amplitud obtenidos en las derivaciones occipitales y posterotemporal izquierda, a ambos tipos de estímulos en el grupo de los sujetos control; es decir que en estas derivaciones los niños de mas edad mostraron valores de amplitud mas pequeños.

En este mismo trabajo se estudió la influencia de otros factores tales como el nivel socioeconómico, el sexo y los factores de riesgo durante la etapa perinatal. Los autores encontraron que las niñas tenían valores de energía mas pequeños que los niños y además que los niños con antecedentes de riesgo presentaron valores de amplitudes mas bajos en las derivaciones parietal derecha y en las occipitales de ambos hemisferios cerebrales. Estos resultados señalan por lo tanto la necesidad que existe de considerar estos factores al momento de efectuar comparaciones entre los PEVs registrados en los

grupos experimentales.

Por lo expuesto a lo largo de esta introducción podemos decir que los resultados indican que en comparación con los sujetos normales, los niños con TA presentan anomalías en el funcionamiento del hemisferio izquierdo, fundamentalmente en la región parietal, por cuanto se ha observado un aumento de la latencia y disminución en la amplitud de las ondas de los PEVs en esa región, así como la ausencia de cambios en los PEVs en presencia de diferentes estímulos y condiciones. Sin embargo, en la mayor parte de estos estudios los registros se han realizado en pocas derivaciones, casi siempre en las regiones centrales ó parietales y en occipitales.

Con la excepción del trabajo de Johnstone y col., ya citado, la región correspondiente a la circunvolución temporal inferior no se ha registrado. Si se toma en cuenta la importancia de esta área en la percepción visual de formas y en la memoria visual a corto plazo, es de interés conocer si en esta área es posible detectar alguna diferencia en los niños con TA en relación con los niños normales. Por otra parte, son contradictorios los resultados obtenidos con las mediciones de amplitud de las ondas de los PEVs, ya que existen estudios que encuentran respuestas más pequeñas en los niños con TA y otros no encuentran diferencias en relación con los niños normales o bien observan respuestas tardías de mayor amplitud en los niños con TA.

Estos resultados contradictorios pueden deberse a varios factores, pero quizá el de mayor importancia sea el de que es necesario realizar mediciones de las ondas que a veces son muy difíciles de identificar debido a la gran variabilidad interindividual y que de acuerdo con el criterio del investigador, pueden considerarse rangos de latencia diferentes.

Por este motivo en el presente trabajo hemos utilizado un parámetro de medida que estuviera relacionado tanto con las amplitudes de los picos de los PEVs como con sus latencias. Este parámetro fué el valor de la "energía" en distintos intervalos de los PEVs. Esta medida se definió como la suma de los cuadrados de los valores de amplitud en un intervalo dado. Creemos que esta medida es muy objetiva y que nos permitirá evaluar sistemáticamente si existen diferencias en los PEVs de los niños con diferentes grados de dificultad en el aprendizaje de la lecto-escritura.

II. MATERIAL Y METODOS

2.1 SUJETOS

Los sujetos empleados en este estudio fueron niños sanos con edades comprendidas entre 8 y 12 años de edad. Todos ellos se encontraban cursando estudios de 4o. a 6o. grado de primaria en dos escuelas cercanas a la ENEP-Iztacala. Estos niños fueron escogidos a partir de una muestra de 193 niños que habían sido evaluados con la prueba de lecto-escritura. Sin embargo, por diversas razones no fué posible realizar en todos ellos el registro de los PEVs, por lo que fue necesario seleccionar a aquellos sujetos que cumplieran con el requisito de tener la prueba de lecto-escritura y el registro de los PEVs. De esta manera, la muestra estudiada en el presente trabajo estuvo formada por 73 niños, que fueron agrupados en 3 grupos, cada uno con un número mas o menos igual de sujetos, los cuales estaban incluidos en alguna de las 3 categorías en que se los agrupo en base a las evaluaciones pedagógicas. La forma de evaluación de la prueba y las características de los sujetos clasificados en cada categoría se detallan en los renglones subsiguientes. Así, se escogieron a 26 sujetos que estuvieran clasificados en la categoría CA1, 25 clasificados dentro de la categoría CA2 y 22 dentro de la categoría CA3. De estos sujetos 34 eran hombres y 39 eran mujeres, sin embargo, durante el desarrollo de este trabajo no se hizo ninguna diferenciación entre sexos, ya que en futuros trabajos se analizarán los resultados en relación con este factor.

2.2 PRUEBA DE LECTO-ESCRITURA

La prueba de lecto-escritura que se aplicó en este estudio fué

desarrollada por Hinojosa y Rocha (1985). Esta prueba consta de 6 tareas cada una de las cuales mide una habilidad en la lectura o en la escritura. A continuación mencionamos estas habilidades y brevemente las tareas que ejecutaron los sujetos para poder medirlas.:

Lectura oral.- se le dió al sujeto a leer letras separadas, sílabas, palabras, frases, oraciones etc, en voz alta y se hicieron observaciones acerca de la puntuación, acentuación, omisiones, sustituciones, etc.

Comprensión de lectura.- se instrua al niño para que leyera un texto y se le hacían preguntas muy sencillas de ese texto, asimismo el niño leía un texto y el experimentador le pedía que señalara las figuras que correspondían a lo que estaba leyendo etc.

Dictado.-se solicitaba al sujeto que escribiera trazos, letras, sílabas, palabras etc. Se anotaba el número y tipo de error que cometía.

Copia.-se le pedía al niño que copiara distintos trazos, letras, sílabas, palabras etc, anotándose el número y tipo de error que cometía.

Lenguaje escrito.- el niño tenía que nombrar objetos por escrito, descripción de un evento, descripción de una secuencia de láminas, etc. También se anotaba el tipo y número de errores.

Para la administración de esta prueba el investigador y el niño se sentaban frente a frente, y empezaba cuando el investigador terminaba de dar las instrucciones para la primera tarea, asegurándose de que el niño las había entendido perfectamente. Una vez que se terminaba esta tarea, el experimentador daba las instrucciones para la segunda y el niño procedía a ejecutar esta parte, continuándose la misma secuencia

hasta que terminaba toda la prueba.

2.2.1 Evaluación de la prueba de lecto-escritura

La prueba que se aplicó a los sujetos tuvo como objetivo detectar tanto a los alumnos con deficiencias en el aprendizaje de la lecto-escritura, y que necesitaban algún tipo de ayuda para superar estas deficiencias, como a aquellos sujetos que tenían un rendimiento escolar adecuado. Por tal razón, la evaluación realizada se basó en una escala ordinal con la cual se pudieran distinguir los distintos grados de ayuda que necesitaban los alumnos sometidos a esta prueba.

Tomando en consideración los criterios que a continuación se mencionan, se procedió a agrupar a los sujetos en 3 categorías. Estos criterios son:

- a) La evaluación de la prueba en términos numéricos, la cual proporcionaba el número de errores y aciertos cometidos por los niños.
- b) La edad y el grado escolar. Estos dos factores se tomaban en consideración cuando el sujeto estaba en un grado escolar que no correspondía a su edad debido a que había reprobado uno o más años.
- c) Cantidad y calidad de los errores que comete el niño. Para la aplicación de este criterio se recurría especialmente a la experiencia en educación correctiva por parte del experimentador, el cual determinaba el grado de dificultad para corregir los errores cometidos por el niño.

Como un ejemplo de lo anterior, se puede decir que cuando un niño

tenía una ejecución adecuada en la prueba, pero el grado escolar en que estaba era menor que lo que se esperaba para su edad, entonces se colocaba en una categoría que correspondía a sujetos con problemas en la lecto-escritura. Por otra parte si dos niños cometían la misma cantidad de errores, pero a juicio del experimentador los errores de uno de ellos eran más difíciles de corregir que los del otro, entonces al primero de estos niños se le incluía en una categoría en donde se clasificaba a sujetos con más problemas en la prueba de lecto-escritura.

De esta manera en cada categoría quedaron agrupados los sujetos con las siguientes características:

Categoría CA1: niños con un rendimiento adecuado en la prueba en relación a su edad y grado escolar.

Categoría CA2: niños con una ejecución deficiente para su edad y grado escolar, pero que no necesitan de ayuda especial.

Categoría CA3: niños con una ejecución tan deficiente para su edad y grado escolar que requieren de atención especial por parte de sus maestros para superar sus deficiencias.

Posteriormente se asignaron valores a cada una de las categorías para analizar los datos de manera cuantitativa. Los valores que se usaron en este estudio fueron de tipo binario, asignando un 1 a la categoría en que se había clasificado el sujeto y 0 a las categorías en las que no estaba clasificado. De esta manera, si un sujeto se había clasificado dentro de la categoría CA1 se le asignaron los valores 1 0 0, si el sujeto era incluido en la categoría CA2, se le asignaron los valores 0 1 0 y finalmente, si el sujeto se incluía en la categoría CA3 se le

asignaban los valores 0 o 1. De esta manera, una vez terminada la evaluación de la prueba de lecto-escritura, se obtuvo un número binario para cada sujeto según su clasificación, obteniéndose un listado como el siguiente:

SUJ	CA1	CA2	CA3
1	0	0	1
2	1	0	0
3	0	1	0
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
73	1	0	0

2.3 REGISTRO DE LOS POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

En cada sesión experimental se registraron los PEVs a un solo sujeto, a dos tipos de estimulación: a) estimulación con destellos luminosos de luz blanca difusa (flash) de 40 mseg de duración, presentados con intervalos irregulares de entre 600 y 1000 mseg y b) estimulación con un patrón que consistía en cuadros blancos y negros de 10' de arco, que semejaba un tablero de ajedrez. Estos cuadros aparecían y desaparecían a los mismos intervalos irregulares que la estimulación con luz blanca difusa. Se utilizó una promediadora MEDICID modelo 03, con 17 canales de registro. Esta computadora genera los estímulos luminosos y los presenta por medio de un monitor de 25 cm. de largo por 20 cm. de ancho, el cual fue colocado a una distancia de un metro del niño que estaba siendo estimulado (figura 2).

Se llevó a cabo un registro en forma monopolar, colocando los

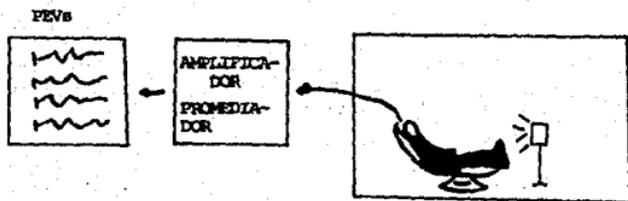


Figura 2. En esta figura se muestra el sistema empleado para registrar los potenciales evocados visuales. El sujeto se colocaba frente a un monitor a través del cual era estimulado y los FEVs se registraban en la amplificadora-promediadora.

electrodos de registro sobre el cuero cabelludo de acuerdo al sistema internacional 10-20, en las derivaciones C3, C4, P3, P4, T5, T6, O1 y O2 con electrodos de referencia en los lóbulos de la oreja en corto circuito y un electrodo a tierra en la frente, figura 3. Asimismo, se registró el electro-oculograma (EOG) colocando un electrodo en la comisura externa y otro en la región supraparbitaria del ojo derecho. Se amplificaron todas las frecuencias que estuvieron entre 0.5 y 30 Hz y para evitar el registro de señales eléctricas indeseables se utilizó un rechazo automático de artefactos que rechazaba todas las señales con voltajes de ± 5 desviaciones estándar del valor medio del voltaje del eeg y el eeg seleccionado. Finalmente, se promediaron las respuestas evocadas a 100 estímulos que dieron por resultado el potencial evocado. De este potencial se tomaron valores de voltaje cada 4 mseg durante una época de análisis de 512 mseg, lo cual dió como resultado un potencial de 128 puntos. Estos valores fueron guardados en discos flexibles de computadora para su análisis posterior.

Para medir los PEVs se utilizó el valor de la "energía" de los intervalos de latencia de 0-52, 52-100, 100-252 y de 252 a 512 msegs. Esta medida se obtuvo midiendo los voltajes de cada punto del potencial, elevándolos al cuadrado y sumando estos valores. Para el tratamiento estadístico de los datos, se utilizó el valor del logaritmo natural de estos valores de energía.

3.4 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS

Los procedimientos de análisis estadístico usados en este

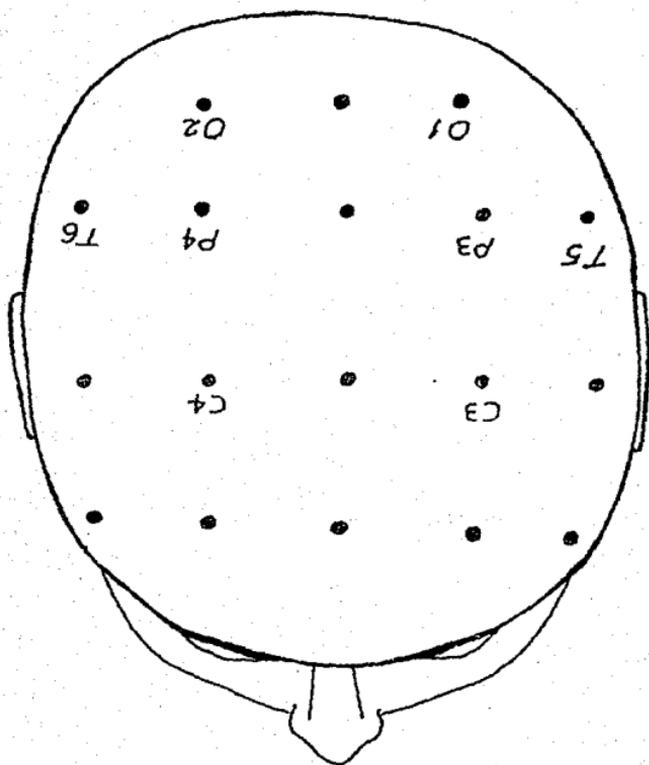


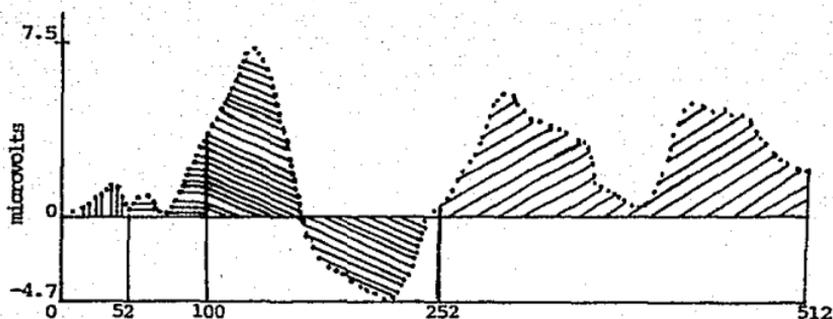
Figura 3. La figura ilustra las derivaciones electroencefalográficas empleadas para el registro de los EPVs en este estudio. C3= región central izquierda, C4= región central derecho, P3= parietal izquierdo, P4= parietal derecho, TP5= temporal posterior izquierdo, TP6= temporal posterior derecho, O1= occipital izquierdo y O2= occipital derecho.

trabajo incluyeron el análisis de regresión lineal múltiple paso a paso y el de análisis discriminante (SAS). En una primera etapa del estudio, se sometieron los datos de los PEVs registrados en cada derivación en ambas condiciones de estimulación, al análisis de regresión múltiple con los resultados de la prueba de lecto-escritura. Este, análisis estadístico nos permitió ir seleccionando las variables que en combinación con otras variables o de manera individual se relacionan significativamente con cada variable dependiente. Con las variables independientes que salieron significativas con cada una de las variables dependientes a un nivel inferior al .05%, se procedió a ejecutar el análisis discriminante ya que con este último procedimiento es posible saber si las características que se supone distinguen a un grupo de otro, lo hacen de una manera confiable.

III. RESULTADOS

3.1 POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, en cada sesión experimental a los sujetos se les registraron los PEVs a la estimulación con luz difusa y a la estimulación con un patrón en forma de tablero de ajedrez. Un ejemplo de los potenciales evocados visuales obtenidos a la estimulación con flash en los sujetos de estudio, se muestra en la figura 4. Este potencial se dibujó tal y como lo da la computadora, lo único que se añadió fueron las áreas sombreadas. En la figura se pueden apreciar los 4 intervalos de latencia en que se dividió el potencial para su estudio. Las áreas sombreadas en la figura son las porciones del potencial que se tomaron en consideración para la medición de la energía en cada intervalo de latencia. Es necesario mencionar que las ondas registradas en estos intervalos se presentaron con mucha variabilidad entre los sujetos en su forma, amplitud y latencia. Una vez que fueron clasificados los sujetos en las categorías antes mencionadas, se procedió a ejecutar un análisis de regresión lineal múltiple por pasos (stepwise, sas) entre cada una de las categorías CA1, CA2, y CA3 de lecto-escritura (variables dependientes) y los valores de energía obtenidos en cada intervalo de latencia de los PEVs (variables independientes) de cada derivación registrada en ambas condiciones de estimulación, con la finalidad de dilucidar cuáles de estas variables se relacionaban en forma significativa



T. (MSEB)

Figura 4. En esta figura se ilustra el registro de un potencial evocado visual promedio a flash, correspondiente a una niño de 10 años de edad. se pueden apreciar las latencias en que se dividieron los potenciales para su análisis.

con cada una de las categorías pedagógicas. Los resultados se resumen en la tabla 1. En ella se encuentran señaladas con un signo + ó un signo - los intervalos de latencia de los PEVs cuyos valores de energía se relacionaron significativamente ($p < .05$) con las categorías de la prueba de lecto-escritura en cada una de las derivaciones registradas. De acuerdo a estos datos, las relaciones entre cada una de las categorías psicopedagógicas y los valores de energía de los intervalos de latencia de los PEVs fueron las siguientes:

CA1: Esta categoría fue la que se relacionó con un mayor número de variables independientes. En la estimulación con flash se presentó una relación inversamente proporcional con los valores de energía registrados en el rango de latencia de 0-52 mseg en C4 y con la energía mostrada en el periodo de 252-512 mseg en P4 y T6. Asimismo, se presentó una relación directamente proporcional con la energía registrada en el intervalo de 100-252 mseg en P4 y O1, y con con la energía registrada durante el intervalo de 252-512 mseg en la derivación T5. En la situación de estimulación con el patrón en forma de tablero de ajedrez se observó una relación directa con la energía mostrada durante el intervalo de latencia 100-252 mseg de los potenciales registrados en P3 y T5 y con los valores de energía del periodo de 52-100 mseg de los PEVs registrados en P4 y T6; también presentaron una relación inversa con la energía observada en los intervalos de latencia de 100-252 y de 252-512 mseg de los potenciales de las derivaciones O1 y T5.

REGRESION LINEAL MULTIPLE ENTRE LOS VALORES DE ENERGIA
DE LOS PEVs Y LA PRUEBA DE LECTO-ESCRITURA

CAT. --->		CA1				CA2				CA3			
REG. -->		C	P	TP	O	C	P	TP	O	C	P	TP	O
0-52 52-100 100-252 252-512	0-52					+ .05*				- .05			
	52-100												
	100-252				+ .05					- .05*		- .02*	
	252-512				+ .02*								
0-52 52-100 100-252 252-512	0-52	- .05											+ .05*
	52-100												
	100-252		+ .05										- .002*
	252-512		- .02*		- .01*								+ .004*
0-52 52-100 100-252 252-512	0-52								- .01*				
	52-100												
	100-252		+ .05	+ .01*	+ .05*								- .05*
	252-512				- .03*	+ .05*							
0-52 52-100 100-252 252-512	0-52												
	52-100		+ .002*		+ .03*				- .05				
	100-252												
	252-512												

Tabla 1. En esta tabla se muestran los niveles de significación de los coeficientes de regresión obtenidos al ejecutar un análisis de regresión lineal múltiple (paso a paso), entre los valores de energía de los PEVs obtenidos en las latencias de 0-52, de 52-100, 100-252 y de 252-512 milisegundos y las categorías (Cat) de la prueba psicopedagógica (CA1, CA2 y CA3). Los resultados se muestran para las regiones cerebrales (REG.) central (C), parietal (P), temporal posterior (TP) y occipital (O), tanto en el hemisferio cerebral izquierdo como en el hemisferio derecho. Los datos corresponden a la situación en que se estimuló a los sujetos con luz difusa y un patron en forma de tablero de ajedrez. Un signo + a la izquierda de estos valores, indica que la relación fue directamente proporcional con esa variable, mientras que un signo - indica que la relación es inversamente proporcional. Un * señala los resultados que estuvieron en el nivel de significación estadística $\leq .055\%$.

CA2: En la situación de estimulación con flash, esta categoría presentó una relación inversa con los valores de energía

registrados en el intervalo de latencia de 100-252 msec de los PEVs registrados en T5 y O1, y una relación directamente proporcional con la energía registrada durante el periodo de 0-52 msec del potencial de C3, mientras que en la situación de estimulación con el patrón se observó una relación inversa con la energía de los intervalos de latencia de 0-52 y de 52-100 msec de las derivaciones P3 y P4 respectivamente, y una relación directamente proporcional con la energía mostrada en el periodo de 252-512 msec. en los PEVs de C3.

CA3: Finalmente, la categoría CA3 mostró, en la condición de estimulación con flash, una relación inversamente proporcional con los valores de energía registrados en los periodos de 0-52 y de 100-252 msec de los PEVs de C3 y P4 respectivamente, así como una relación directa con la energía de los intervalos de latencia de 0-52 y 252-512 msec del potencial registrado en T6. Finalmente, en la condición de estimulación con patrón esta misma categoría mostró una relación inversa con la energía del periodo de 100-252 msec del potencial registrado en T5.

Como un paso final para confirmar las características que según el análisis de regresión lineal diferenciaban a los sujetos clasificados en las tres categorías de la prueba de lecto-escritura, se procedió a ejecutar un análisis discriminante empleando las 23 variables que habían salido significativas en el procedimiento de la regresión múltiple, ya que, como se dijo antes, con el análisis discriminante es posible saber en que proporción se clasifican adecuadamente los sujetos dentro de determinados grupos, en base a las distintas variables que se proponen para hacer dicha clasificación. Estos resultados

se encuentran anotados en la tabla 2.

PROPORCION DE LOS SUJETOS CLASIFICADOS DENTRO DE CADA GRUPO
SEGUN EL ANALISIS DISCRIMINANTE

	GRUPO		SUJETOS CLASIFICADOS EN		
			1	2	3
CA1	n		21	3	2
	%		80.7	11.5	7.6
CA2	n		3	20	2
	%		12	80	8
CA3	n		1	4	17
	%		4.5	16.1	77.2

Tabla 2.- En esta tabla se muestra el número de sujetos (n) y los porcentajes (%) de los sujetos que fueron clasificados en cada grupo según el análisis discriminante. Nótese que en los tres grupos el mayor número de sujetos fué clasificado adecuadamente en su respectivo grupo (80.7, 80 y 77.2 % para los grupos CA1, CA2 y CA3 respectivamente).

Como se puede observar en esta tabla, de los 26 sujetos que habían sido clasificados en la categoría CA1 previamente al análisis discriminante, 21 sujetos (80%) fueron clasificados adecuadamente por este análisis en esta categoría, 3 en la categoría CA2 y sólo 2 sujetos en la categoría CA3. Para la categoría CA2 se observó que de 25 sujetos previamente clasificados en esta categoría, el análisis discriminante clasificó 20 sujetos (80%) en la misma categoría, 3 en la categoría CA1 y 2 en la categoría CA3. Finalmente, en la categoría CA3 de 22 sujetos clasificados en ella antes del análisis discriminante, 17 (77.2%) fueron clasificados en esta misma categoría por este procedimiento estadístico, un sujeto en la categoría CA1 y 4 sujetos en la categoría CA2. Es conveniente hacer notar también, que en los casos en que el análisis discriminante clasificó a los sujetos fuera de los

grupos en los que se habían clasificado previamente a la aplicación de este procedimiento, los clasificó en el grupo mas cercano. Como un ejemplo se puede notar que en la Categoría CA3 de los 5 sujetos que fueron adjudicados a otras categorías, 4 sujetos se clasificaron en la categoría CA2, que es la categoría mas cercana.

IV. Discusión y Conclusiones

En esta sección únicamente se tomarán en consideración los resultados estadísticamente significativos al nivel $\leq .055\%$ ya que estos señalarían las diferencias más marcadas entre los distintos grupos de niños.

Aunque es difícil comparar los resultados obtenidos por otros autores con los de este trabajo por cuanto las variables utilizadas para medir las diferencias de los PEVs de los distintos grupos son diferentes, algunas similitudes pueden destacarse: Connors (1971) y otros autores que han medido las amplitudes de las ondas (véanse por ejemplo los trabajos de Preston, Guthrie y Childs (1974) y el de Preston Guthrie, Kirsh y Childs (1977), observaron que en las áreas parietales las diferencias entre los niños con TA y controles son máximas. En el presente trabajo el análisis de regresión lineal múltiple entre las categorías de lecto-escritura y los valores de energía mostró mayor número de diferencias entre los grupos en derivaciones parietales y temporales que en centrales y occipitales. Los niños sin ningún tipo de dificultad en el aprendizaje (CA1) presentaron mayor energía en P4 en los intervalos de 100-252 mseg (flash) y de 52-100 mseg (patrón) y menor energía en el de 252-512 mseg (flash) que el resto de los grupos. Por otra parte el grupo con ligeras dificultades en el aprendizaje (CA2) se caracterizó por una menor energía de la respuesta de 0-52 mseg. en P3 y el grupo que tenía severas dificultades (CA3), se caracterizó por tener menor energía en el intervalo de latencia de 100-252 mseg en P4. Es decir, los niños sin dificultades tuvieron valores mayores de amplitud en todos los intervalos excepto el de 252-512 mseg

respecto a los otros dos grupos. Es necesario mencionar que a pesar de las similitudes que hemos mencionado con los resultados reportados en la literatura, nuestros resultados difieren de manera muy importante con ellos en que la mayoría de las diferencias entre los tres grupos de niños estudiados se presentaron en la región parietal derecha. No existen otros trabajos dentro de esta área, en los cuales se hallan reportado resultados similares a los del presente estudio, por lo que resulta difícil su interpretación, sin embargo, de acuerdo a los datos recopilados por Mesulam (1981), podrían reflejar un déficit en la atención dirigida, ya que se ha encontrado que el lóbulo parietal derecho podría ser una zona en la cual se integraría la información sensorial y donde se organizaría el espacio extrapersonal en áreas con distintos grados de importancia para el sujeto. Así, un mal funcionamiento de esta área cerebral traería como consecuencia que el individuo no pudiera fijar adecuadamente la atención en los estímulos que así lo requirieran. Con respecto a los datos encontrados de que en los niños con dificultades severas, la energía es menor en el intervalo de 100-252 msec en P4 (flash) que los niños sin alteraciones, es posible que pudieran explicarse si tomamos en consideración la posibilidad de que en los niños con dificultades en el aprendizaje podría existir un aumento de la latencia de los componentes tardíos como observaron Shields (1973) y Weber y Damm (1977).

Los resultados observados en las regiones temporales posteriores, no pueden ser motivo de comparación debido a que prácticamente no se han realizado registros en estas áreas en niños con trastornos en el aprendizaje, a excepción del trabajo de

Jhonstone y col. (1984) quienes sin embargo, presentaron resultados que estaban mas enfocados a comparar la actividad entre ambos hemisferios cerebrales. En el presente estudio fué muy claro que en el intervalo de 252-512 mseg en T5 en la estimulación con flash, los niños del grupo CAI presentaron valores mas altos que los niños con problemas ligeros y severos en el aprendizaje, observándose lo contrario en el caso de T6. Por otra parte en el caso de la estimulación con patrón, los niños del grupo CAI mostraron valores de energía mas elevados que los niños de los otros dos grupos en el intervalo de latencia de 100-252 mseg y menores en el de 252-512 mseg en T5. Si consideramos que los niños de los tres grupos tenían mas o menos las mismas edades, se podría pensar que estos niños pudieran tener un grado de maduración mas avanzado que los niños de los otros dos grupos por cuanto Harmony y cols. (1989) encontraron que existía una correlación negativa con la edad entre los valores de energía de los PEVs a un patrón en los lóbulos occipitales y en el temporal posterior izquierdo. Estos autores hicieron tal correlación con el valor de energía de todo el potencial, pero es posible que si se hiciera el mismo análisis dividiendo el potencial en varios intervalos de latencia como lo hemos hecho en este trabajo, posiblemente los valores de energía de algunas de las ondas de los PEVs tendrían esta correlación con la edad y otras no, como podría ser el caso de los intervalos de latencia de 252-512 y de 100-252 mseg del PEV en T5. De igual manera se podrían explicar los resultados de que los niños con ligeras dificultades en el aprendizaje y con TA severos presentaron valores de energía mas bajos en T5 que los niños de los otros grupos en la latencia de los 100-252 mseg del potencial registrado durante la estimulación con flash (grupo

CA2) y patrón (grupo CA3) en la región occipital izquierda. No podemos explicar por el momento los resultados que muestran que los niños con dificultades severas presentaron valores de energía incrementados con respecto a los otros dos grupos en los intervalos de latencia de 0-52 y de 252-512 msq de los PEVs registrados en T4 durante la estimulación con flash.

En relación a los resultados que muestran que los niños clasificados en CA2 (con ligeros problemas en el aprendizaje), presentaron valores de energía incrementados con respecto a los otros dos grupos en la región central izquierda, en las amplitudes de 0-52 msq de los PEVs a flash y de 252-512 msq en la situación de estimulación con patrón, también son difíciles de interpretar si consideramos la aparente contradicción entre estos resultados y los reportados en la literatura, por cuanto otros autores han encontrado amplitudes menores en los niños con TA en estas áreas, (véase el trabajo de Jhonstone y col. 1984). Sin embargo, es posible que estos resultados también puedan explicarse en base al posible retraso en la aparición de las ondas de los PEVs reportado por Shields (1977), para los potenciales registrados en las áreas rolándicas.

Sin embargo el hecho de que el mayor número de diferencias de energía entre el grupo sin trastornos y el grupo con severas dificultades se haya observado en las regiones parietales y en temporales posteriores, y en los intervalos de 100-252 y de 252-512 msq apoyan la hipótesis de que en los niños con dificultades en el aprendizaje existen trastornos en el procesamiento de la información visual en áreas de asociación e integración visual, lo que podría explicar las dificultades observadas en el aprendizaje de la lecto-escritura.

Por otra parte existió una alta correlación entre el grado de dificultad en el aprendizaje y el grado de alteración de los PEVs, mostrado por el hecho de que por medio del análisis discriminante pudiera identificarse correctamente aproximadamente al 80% de los sujetos de cada grupo tomando como variables para la clasificación los valores de energía.

En conclusión podemos decir que la medida de energía de los PEVs resulta útil para distinguir adecuadamente entre niños con distintos grados de problemas en el aprendizaje de la lecto-escritura y que esta distinción es posible considerando principalmente los valores de energía de los intervalos de latencia a partir de los 100 msec, en especial en las regiones parietales y temporales posteriores.

REFERENCIAS

- 1.-Ahm, H. Electroencephalographic evoked potentials comparasions of normal children with different modes of underachievement. Doctoral Dissertation, University of Iowa. 1977.
- 2.- Allison, W.R. Goff, T., y Vaugham, H.G. Jr. The functional neuroanatomy of event-related potentials. En: Event-Related Brain Potentials In Man. Callaway, E., Tueting, P. y Koslow S.H. ed. Acaemic Press. Londres, 1978.
- 3.-American Psychiatric association. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Ed. Masson S.A., Barcelona, España, 1983.
- 4.- Barret, G., Blumhardt, L.D., Halliday, A. M., Halliday, E. y Krisc, A. A paradox in the lateralization of the visual evoked response. Nature (London), 261 : 253-255, 1976.
- 5.- Cigánek, L. The EEG response (evoked potential) to light stimulus in man. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 13,165-172, 1961.
- 6.- Cobb, W.A. y Dawson, G.D. The latency and form in man of the occipito-potentials evoked by light flashes. J. Physiol., 152, 108-129, 1960.
- 7.- Cohen, J. y Breslin, P.W. Visual evoked responses in dyslexic children. Ann. N.Y. Acad. Science., 425, 338-343, 1984.

8.- Cousins C., y Duhal, L. Health Technology Case Study 25: Technology and Learning Disabilities (Washington, D.C. : U.S. Congress, Office of Technology Assessment, OTA-HCS-25, 1983).

9.-Conners, C.K. Cortical visual evoked response in children with learning disorders. Psychophysiology, 7, 418-428, 1971.

10.- Diner, K.B., Klorman, R., Salzman, L.F., Hess, D.W., Davidson, P.W. y Michel, R.L. Learning disordered children's evoked potentials during sustained attention. J. Abn. Child Psychol. 9 : 79-94, 1981.

11.- Harmony, T. Neurometric Assessment of brain dysfunction in neurological patients. Functional Neuroscience, Vol.3, New Jersey: Lawrence Erlbaum Ass. 1984.

12.-Harmony, T. Psychophysiological assesment of children's neuropsychological disorders, en : Handbook of Clinical Child Neuropsychology. Cecil R. Reynolds y Elaine Fletcher-Janzen (eds), Plenum Publ. Co., p. 265-290, 1989.

13.- Hinojosa, G y Rocha, C. (1985). Evaluación de lectura y Escritura en Niños de Primaria. V Coloquio Interno de Investigación, ENEP- Iztacala.

14.- Hoepfner, T. J., Berben, D. y Morrell, F. Hemispheric asymmetry of visual evoked potentials in patients with well defined occipital lesions. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 57: 310-319, 1984.

- 15.- Martin, J. Cortical neurons, the EEG, and the mechanisms of epilepsy. En :PRINCIPLES OF NEURAL SCIENCE. Kandel, Eric R. y Schwartz, J.H. Ed. Elsevier/ North-Holland Newyork, 1983.
- 16.- Jhonstone, J., Galin, D., Fein, G., Yingling, G., Herron, J. y Marcus. M. Regional brain activity in dyslexic and control children durig reading tasks: visual probe event related potentials. Brain and Languaje, 21, 233-254, 1984.
- 17.- Jonkman, E.J. the average cortical response to photic stimulation. Thesis, University of Amsterdam. 1967.
- 18.- Mercer, C.D., Forgnone, Ch. y Wolking, W.D. Definitions of learning disabilities used in the United States. Journal of Learning Disabilities, 9, 376-386, 1976.
- 19.- Mesulam M.M. A cortical network for directed attention and unilateral neglect. Ann. Neurol. 10, 309-325, 1981.
- 20.- Oosterhuis, H.G., Ponsen, L., Jonkman, E.J. y Magnus, O. The average visual evoked response in patients with cerebrovascular disease. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 27 : 23-24, 1969.
- 21.- Preston, M.S., Guthrie, J.T. y Childs, B. Visual evoked responses in normal and disabled readers. Psychophysiology, 11 : 452-457, 1974.

22.- Preston, M.S., Guthrie, J.T., Kirsh, I., Gorman, D., y Childs, B. VERS VERS in normal and disabled adult readers. Psychophysiology, 14: 8-14, 1977.

23.- Rémond, A. y Lesevre, N. Distribution topographique des potentials evokes occipitales chez l'homme normal. Rev. Neurol., 112 : 317-330. 1965.

24.- Shields D.T. Brain responses to stimuli in disorders of information procesing. J. Learning Disabilities. 6: 37-41. 1973.

25.- Sobotka, R.K. y May, G.J. Visual Evoked Potentials and reaction time in normal and dyslexic children. Psychophysiology, 14 (1) : 18-24, 1977.

26.- Spong, P., Haider, K. y Linsley, D.B. Selective attentiveness and cortical evoked responses to visual and auditory stimuli. Science, 148 : 395-397, 1965.

27.- Srebro, R. Localization of visually evoked cortical activity in humans. J. Physiol. 360 : 233-246, 1985.

28.- Vaughan, H.G. y Gross, E.G. Cortical Responses to light in unaesthetized monkeys and their alteration by visual system lesions. Exp. Brain Res. 8: 19-36, 1969

29.- Weber, B.A. y Dmann, G.S. Auditory and visual evoked responses in children with familial reading disabilities. Learning Disabil. 10 :32-37, 1977.