

03086

2
29



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Colegio de Ciencias y Humanidades

Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado

Centro de Neurobiología

"ANALISIS ELECTROENCEFALOGRAFICO
DE LA ACTIVIDAD COGNOSCITIVA EN
NIÑOS"

T E S I S

Que para obtener el Grado de

DOCTOR EN CIENCIAS FISIOLÓGICAS

p r e s e n t a

THALIA FERNANDEZ HARMONY

Asesor: DRA. THALIA HARMONY BAILLET

México, D. F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

A todos los que con su amor,
me conmovieron hasta el llanto.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a mi mamá, maestra y asesora de esta tesis su incomparable ayuda en la vida, y en particular en la dirección de esta investigación.

Agradezco a mi papá su aportación a esta tesis en toda la parte de las TACs y en las correcciones de redacción, pero sobre todo agradezco sus innumerables y delicados cuidados a mi persona.

Agradezco a mi amado Mario su comprensión infinita de mis motivos, su paciencia.

Agradezco a mi gran amigo Juan su ayuda de cada día, y en particular de los días en que registramos a estos niños.

Agradezco a los niños que participaron en el estudio su excelente colaboración, así como a las mamás y al director de la escuela, que hicieron posible su participación.

Agradezco a mis sinodales por sus comentarios a esta tesis: Dr. Víctor Manuel Alcaraz, Dr. León Cintra, Dra. María Corsi, Dr. Augusto Fernández Guardiola, Dra. Erzsébet Marosi, Dra. Gloria Otero y Dr. Marcos Velasco. En particular agradezco las discusiones y el aliento de mi querida amiga, la Dra. Gloria Otero y de mis co-tutores: Dr. Fernández Guardiola, Dra. María Corsi y Dr. Víctor Manuel Alcaraz.

Agradezco la colaboración en este trabajo de mis amigas Lídice Galán y Lourdes Díaz y las discusiones que tuvimos cuando estuvieron en el laboratorio. Agradezco a mi querida maestra Josefina Ricardo las discusiones de siempre.

Agradezco también a mis otros no menos queridos amigos del laboratorio su gran compañerismo y su ayuda siempre que fue necesario: Alicia Cruz, Jorge Bernal, Miguel Rodríguez, Alfonso Reyes, Erzsébet Marosi, Guillermina Yáñez, Héctor Rodríguez y Vicente Guerrero.

Agradezco a la Dra. Sofía Díaz, Coordinadora de este doctorado, su apoyo en todos estos años.

Agradezco a Rosa Elena todo su esfuerzo para proteger mi aislamiento en los días de redacción.

Agradezco a Toni y a Mónica la vida que me inyectan cuando los veo, aunque nada tenga que ver con esta tesis.

Esta investigación fue realizada en el Laboratorio de Neurometría, Proyecto y Maestría en Neurociencias, ENEP Iztacala, U.N.A.M. y fue apoyada parcialmente por

D.G.A.P.A. (IN214295)

C.O.N.A.C.y T. (1028P-H)

P.A.D.E.P. (030382, 030370, 030325)

Esta tesis corresponde al Doctorado en Ciencias Fisiológicas de la U.A.C.P.y P. del Colegio de Ciencias y Humanidades.

"El concepto de la corteza visual de asociación, en el sentido dado por los primeros neurólogos, tal vez sea mejor abandonarlo; pero al hacer esto debemos reconocer que aquellos que originaron el concepto e hicieron especulaciones sobre él tienen un lugar alto y honorable en la historia de esta materia. Si los conceptos por los cuales ellos lucharon con tal convicción y pasión han resultado ser falsos, nosotros debemos reflexionar que los conceptos por los que hoy luchamos, con no menos convicción y pasión, pudieran convertirse en especulaciones sobre lo desconocido del vasto océano del cerebro visual."

(Zeki, 1993, pp. 158)

INDICE

I.- INTRODUCCION.....	1
II.- HIPOTESIS	28
III.- METODOLOGIA.....	29
IV.- RESULTADOS	45
IV.II.- CAMBIOS DEL EEG DURANTE LA REALIZACION CORRECTA DE TAREAS.....	45
IV.III.- COMPARACION DEL EEG PREVIO AL ESTIMULO CUANDO LA RESPUESTA FUE CORRECTA Y CUANDO LA RESPUESTA FUE INCORRECTA.....	58
V.- DISCUSION	67
V.II.- CAMBIOS DEL EEG DURANTE LA REALIZACION CORRECTA DE TAREAS.....	67
V.III.- COMPARACION DEL EEG PREVIO AL ESTIMULO CUANDO LA RESPUESTA FUE CORRECTA Y CUANDO LA RESPUESTA FUE INCORRECTA.....	75
VI.- APENDICE	86
VII.-BIBLIOGRAFIA	153

RESUMEN

Se estudió un grupo de 47 niños normales con edades entre 8 y 10 años (F=24, M=23). Se registró el EEG en las 20 derivaciones del Sistema Internacional 10-20, tomando como referencia A1-A2, durante la realización de 4 tareas: Tarea de atención sostenida, Tarea de memoria de trabajo verbal (usando el paradigma de Sternberg), Tarea de categorización semántica con presentación de palabras y Tarea de categorización semántica con presentación de figuras.

Se exploraron dos preguntas:

- 1) ¿Qué cambios ocurren en la Potencia Absoluta (PA) del EEG durante la realización de estas tareas?
- 2) ¿Qué diferencias existen en la PA del EEG previa a la presentación del estímulo cuando las respuestas son correctas y cuando son incorrectas?

Para responder la primera pregunta se comparó la PA de los segmentos obtenidos durante la realización de la tarea con la PA de los segmentos previos a la presentación del estímulo (no se incluyó la tarea de atención sostenida en esta comparación). Se obtuvieron los siguientes resultados: la PA alfa disminuyó en las tres tareas, en todas las derivaciones en el montaje referencial y en regiones posteriores en el laplaciano; la PA delta se incrementó en derivaciones frontales en las dos tareas de categorización semántica; se observaron cambios específicos de cada tarea en la PA theta y beta: aumento de la PA theta en regiones frontales con predominio izquierdo durante el paradigma de Sternberg, aumento de la PA theta en el hemisferio izquierdo durante la categorización semántica de palabras y aumento de la PA theta en áreas frontales durante la categorización semántica de figuras. La topografía de los cambios en la banda theta coincide con las estructuras que se activan en tareas similares en estudios de PET.

Para responder la segunda pregunta se comparó la PA de los segmentos previos a la presentación del estímulo cuando la respuesta era correcta con la PA de los segmentos previos al estímulo cuando la respuesta fue incorrecta (en esta comparación no se incluyó la tarea de categorización de figuras). Las respuestas incorrectas estaban precedidas de menor PA alfa que las correctas en las regiones que se activan en estudios de PET específicamente con tareas semejantes: en áreas frontales izquierdas en la tarea de Sternberg, en el hemisferio izquierdo en la tarea de categorización semántica de palabras y en regiones temporales posteriores y parietal derecho en la tarea de atención sostenida. En esta última tarea también se observó una mayor PA delta frontal previa a respuestas incorrectas que a respuestas correctas. Los resultados sugieren que la relación observada entre una ejecución incorrecta y una menor frecuencia del EEG es independiente del nivel de alertamiento del sujeto.

"EEG analysis of the cognitive activity in children"

ABSTRACT

The EEG was recorded during the performance of several tasks in a group of 47 normal 8-10 years old children. Referential recordings in the 20 leads of the 10-20 System were obtained during the performance of 4 tasks: Continuous Performance Task, Verbal Working Memory (Sternberg paradigm), Semantic Categorization of Words and Figure.

Two different questions were explored:

- 1) What changes may be observed in the Absolute Power (AP) of the EEG during the performance of those tasks? and
- 2) Which differences exist in the EEG previous to the presentation of the stimulus when the subjects makes a correct or an incorrect response?

To answer the first question, the AP of EEG segments during the execution of the task (except CPT) was compared with the AP of the EEG segments previous to the stimulus presentation. The following results were obtained: alpha AP decreased in all the tasks in all leads in the referential montage and in the posterior regions in the laplacian, delta AP increased in frontal leads during semantic categorization of words and figures, specific changes in theta and beta AP were also observed: theta AP increased in left frontal regions during the Sternberg paradigm, theta AP increased in the left hemisphere during the semantic categorization of words and theta AP increased in frontal areas during the semantic categorization of figures. The topography of theta changes coincide with the structures that are activated in similar tasks in PET studies.

In order to answer the second question, the AP of EEG segments previous to the stimulus when correct or incorrect responses were made were compared (except semantic categorization of figures). Incorrect responses were preceded by lower alpha AP values in those regions that are activated in PET studies according to the task: in left frontal leads in Sternberg paradigm, in the left hemisphere in semantic categorization of words, and in posterior temporal and right parietal leads in CPT. In the latter, greater delta AP in frontal areas previous to the incorrect responses than to the correct responses was also observed. The results suggest that the relationship between the incorrect responses and the lower frequency of the EEG is independent of the arousal level of the subject.

I.- INTRODUCCION

El estudio de la actividad eléctrica cerebral en humanos permite la exploración de dos niveles fundamentales de sus funciones: uno muy básico, que provee información sobre la integridad anatómica y funcional del Sistema Nervioso, y otro superior, que explora la actividad cognoscitiva (Harmony, en prensa). En esta tesis nos proponemos explorar ambos niveles en un grupo de niños que tienen entre 8 y 10 años de edad, analizando su electroencefalograma (EEG) registrado en condición de reposo con los ojos cerrados, para explorar el primer nivel, y analizando el EEG registrado durante la ejecución de varias tareas para explorar la actividad cognoscitiva. Este último análisis considerará dos partes: por un lado, la comparación del EEG mientras el sujeto realiza la tarea con el EEG del período que precede a la presentación del estímulo y, por otro lado, la relación entre la actividad electroencefalográfica durante este período previo y la ejecución del individuo (i.e.: si la respuesta es correcta o incorrecta).

Existen muchos factores que afectan al EEG en reposo. Entre ellos se encuentran la edad, el sexo, la presencia de Trastornos de Aprendizaje (TA), el nivel sociocultural, los antecedentes biológicos de riesgo y las variaciones circadianas. Nosotros controlamos algunos de ellos y analizamos el efecto de los otros. Todo lo que concierne a la caracterización de la muestra en relación a estos factores, al EEG en reposo y a la Tomografía Axial Computada (TAC) de cráneo lo describimos en el apéndice.

EEG Y ACTIVIDAD COGNOSCITIVA

En esta tesis se abordarán dos tipos diferentes de preguntas sobre el EEG y las tareas mentales:

- 1) ¿Cómo cambia el EEG durante la realización de diferentes tareas?, y
- 2) ¿Cómo afectan las características del EEG de base -en el momento en que se presenta el estímulo- a la ejecución de diferentes tareas mentales?

1) CAMBIOS DEL EEG DURANTE TAREAS MENTALES

Sobre la primera pregunta existen muchos antecedentes en la literatura en investigaciones en las que se utilizaron sujetos adultos. En niños, principalmente se ha estudiado el EEG durante la realización de tareas mentales con el objetivo de caracterizar a los individuos disléxicos, comparándolos con normales. Duffy y McAnulty (1985) registraron el EEG durante distintas condiciones: leyendo, oyendo un cuento, memorizando figuras geométricas, oyendo música y realizando asociaciones entre diferentes formas geométricas y palabras sin sentido. Sus principales hallazgos fueron en relación a la presencia de una gran cantidad de actividad alfa en los disléxicos; interpretaron esto como un signo de inactividad cortical o como una falla en la respuesta electrofisiológica. En este mismo sentido fueron las observaciones de Ortiz y cols. (1992) al mostrar que había menor reactividad en la actividad alfa y beta en niños disléxicos que en niños normales durante una tarea auditiva de discriminación de

fonemas. Por otra parte, Galin y cols. (1992), al comparar la lectura oral con la lectura en silencio, observaron que en los niños normales había muchas diferencias en la banda theta, mientras que en los disléxicos prácticamente no se encontraban diferencias. También se ha estudiado el EEG durante tareas en niños con retraso mental; Gasser y cols. (1987) reportan una mayor coherencia electroencefalográfica en los niños con retraso mental que en los niños normales.

Sin embargo, en niños con dificultades menores de la lectura o con trastornos generalizados del aprendizaje, son pocos los trabajos que han analizado el EEG durante la realización de tareas, y por eso consideramos de interés conocer si la activación era similar a la observada en los adultos. A continuación describiremos los cambios más relevantes que han sido descritos en sujetos adultos (para una revisión del tema ver Fernández, 1994).

Cambios en la actividad alfa

Ai analizar las diferencias que existen entre el reposo y la actividad cognoscitiva, el cambio electroencefalográfico que más resalta, y que incluso puede distinguirse por medio de la inspección visual del EEG, es la reducción de la actividad alfa. Muchos autores describen este fenómeno como una característica común a todas las tareas mentales (Dolce y Waldeier, 1974; Gevins y cols., 1979; Earle, 1985; Tucker y cols., 1985; Petsche y cols., 1986; Gutiérrez y Corsi Cabrera, 1988). Sin embargo, existen sus excepciones y hay trabajos que incluso describen un

aumento de alfa durante la tarea (Kakizaki, 1984, 1985). Con el objetivo de analizar el curso temporal de la desincronización del alfa, Pfurtscheller y Aranibar (1977) describieron un procedimiento que se basa en el filtraje de la actividad electroencefalográfica en bandas muy estrechas (8-10 Hz, 10-12 Hz), para la obtención del cuadrado de los valores de amplitud sobre esta actividad filtrada y su posterior promediación; a este procedimiento se le denomina desincronización relacionada a eventos y ha sido posible la descripción de esta respuesta durante tareas sensoriales, motoras y cognoscitivas. Pfurtscheller interpreta esta desincronización como la preparación de las áreas corticales para procesar información o prepararse para una actividad motora. El fenómeno opuesto es la sincronización relacionada con eventos (Pfurtscheller, 1992) que consiste en el aumento de amplitud de la actividad alfa o beta sincronizada y fásica, que aparece en forma de husos y que indica las áreas que permanecen en reposo u "ociosas" durante la ejecución de una tarea.

Una pregunta muy controvertida es si la desincronización del alfa está relacionada específicamente con los procesos cognoscitivos, pues se han reportado diferencias en la supresión de la actividad alfa durante distintas tareas (Merrin y cols., 1988; Ojemann y cols., 1989; Pfurtscheller y Klimesch, 1989; Rippon, 1990; Kaufman y cols., 1991), o si representa una respuesta más general, relacionada con el nivel de la atención o con la complejidad de la tarea (Ray y Cole, 1985; Earle, 1985; Gundel y Wilson, 1992; Kaufman y cols., 1991; Galbraith y Wong, 1993).

Este aspecto se ha relacionado directamente con la pregunta

acerca de si la supresión del alfa es bilateral y generalizada a todas las regiones posteriores o si está focalizada a las áreas corticales involucradas en el procesamiento específico de una tarea en particular. Entre los autores que reportan lateralización de la activación alfa en todas las tareas que aplican se encuentran Lang y cols. (1988), Merrin y cols. (1988) y Rippon (1990). Klimesch y cols. (1990) encuentran lateralización en una tarea que consistía en la interpretación de pinturas, pero no en otra en la que los sujetos debían visualizar un concepto abstracto. De Toffol y Autret (1990) señalan que hay asimetrías en tareas que presuponen una lateralización, pero que esto ocurre sólo si van acompañadas de tareas motoras. Jones y Fox (1992) y Wexler y cols. (1992) encuentran un efecto de la emoción en la lateralización de la activación alfa: la activación del hemisferio derecho está asociada a estímulos con contenido emocional negativo y la del hemisferio izquierdo, a estímulos afectivamente positivos.

Krause y cols. (1995), utilizando la sincronización relacionada con eventos, proponen que esta respuesta está directamente relacionada con los procesos de memoria. Encontraron diferencias entre la actividad de 8-10 Hz y la de 10-12 Hz. La respuesta a 8-10 Hz era más diseminada y duraba más que la de 10-12 Hz si estaba sincronizada con el estímulo de aviso visual o con el estímulo auditivo de prueba, mientras que si estaba sincronizada con la presentación del conjunto a memorizar, la sincronización a 10-12 Hz tenía mayor duración y era más diseminada que la sincronización a 8-10 Hz.

Sin embargo existe también evidencia de que la activación alfa obedece a un proceso más general que la activación de una región particular asociada a determinada tarea (Gevins y cols., 1979; John y cols., 1989; Klimesch y cols., 1990). Ray y Cole (1985), como conclusión de un experimento en el que controlan estrictamente lo cognoscitivo y lo no cognoscitivo de las tareas así como la demanda externa o interna de la atención que involucran las mismas, proponen que alfa no está relacionado con el proceso cognoscitivo ni con el emocional, sino con el tipo de demanda de atención necesario para procesar el estímulo, es decir, si la atención se enfoca a un estímulo externo o interno. Valentino y cols. (1993) encuentran una mayor supresión de alfa asociada a una disminución en la atención. Otros autores proponen que la supresión del alfa está relacionada directamente con la dificultad de la tarea (Gundel y Wilson, 1992; Kaufman y cols., 1991), lo cual no excluye la proposición de Ray y Cole. Galbraith y Wong (1993) reportaron que las mayores diferencias electroencefalográficas entre dos tareas que se distinguían por tener distintos niveles de dificultad, estaban en la banda alfa para la mayoría de los sujetos.

En un trabajo anterior (Fernández y cols., 1995b), comparamos 4 tareas diferentes relacionadas con los componentes que se han descrito para el cálculo: 1) lectura de números, 2) reconocimiento de los signos aritméticos, 3) cálculo aritmético, y 4) componente espacial del cálculo (adición de números decimales presentados horizontalmente). En este estudio se hicieron dos tipos de comparaciones de los parámetros espectrales del EEG: en

uno se usaron variables que representaban el cambio del reposo a la ejecución de la tarea (variables diferencia tarea-reposo) y en el otro, variables que representaban la diferencia entre una tarea y otra (por ejemplo: tarea2-tarea1). Cuando se compararon las 4 tareas usando las variables (tarea-reposo), no se observaron diferencias en la banda alfa, lo que indicaba que la supresión del alfa había sido igual para todas las tareas. Sin embargo, cuando se compararon las diferencias de la potencia alfa entre tareas, la diferencia (tarea3-tarea2), que representaba el cálculo en sí mismo, tuvo mayor potencia alfa que el reconocimiento del símbolo (tarea2-tarea1) en derivaciones centrales, parietales, occipitales y temporales. Este último resultado apoya, por una parte, la hipótesis de que existen variaciones en la respuesta alfa dependiendo de la tarea específica que se trate; sin embargo, el hecho de que las diferencias fueran muy generalizadas apoya, por otra parte, la hipótesis de que dichas diferencias se deben a procesos más generales y no a la activación de áreas específicas durante la realización de determinada tarea.

Cambios en la actividad beta

Los cambios en la banda beta se han relacionado directamente con los procesos cognoscitivos (Dolce y Waldeier, 1974; Ray y Cole, 1985). Varios autores han descrito incrementos y decrementos de la actividad beta en regiones específicas (Gevins y cols., 1979; Tucker y cols., 1985; John y cols., 1989). Petsche y cols. (1986) encontraron diferentes patrones de actividad beta en 6 tareas distintas; el patrón que describieron para la tarea de

cálculo coincidió con el patrón descrito por nosotros (Fernández y cols., 1995b): aumento de la actividad beta en las regiones frontales y disminución en las regiones posteriores. Estos resultados sugieren que los cambios en la banda beta son específicos para cada tarea particular.

En los últimos años han aparecido muchos trabajos que analizan la banda gamma (por arriba de 20 Hz) en relación con distintos procesos: como indicador de un procesamiento temprano de la información, en la formación de patrones espacio-temporales relacionados con la presentación de objetos, en el incremento de la atención, y en general en la cognición (para revisión ver Pulvermüller y cols., 1996). La mayor parte de estos estudios se refiere a la actividad de 40 Hz. Nosotros no estudiamos esta actividad debido a que nuestros amplificadores tenían un punto máximo de corte a 30 Hz.

Cambios en la actividad theta

Varios autores refieren un incremento de la actividad theta en las tareas cognoscitivas en relación a una condición de reposo (Dolce y Waldeier, 1974; Gevins y cols., 1979; Lang y cols., 1988; De Toffol y cols., 1990). Algunos afirman que dicho aumento tiene lugar, pero las regiones exploradas son muy pocas para poder hacer el análisis de la distribución del comportamiento de theta en toda la cabeza, como en el caso de Kakizaki (1985) y Gutiérrez y Corsi-Cabrera (1988). Hay autores que no lo reportan para todas las tareas, como John y cols. (1989) que lo encuentran sólo en regiones temporales durante una tarea de memoria a largo

plazo y Alcaraz y cols. (1992) que lo observan relacionado con la producción de frases estereotipadas. Petsche y cols. (1986, 1992) y Fernández y cols. (1995b) reportan un incremento de actividad theta en regiones frontales y un decremento en las derivaciones restantes de las 19 que registran.

El aumento en la actividad theta se ha relacionado con la dificultad de la tarea (Gundel y Wilson, 1992; Makeig e Inlow, 1993). Harmony y cols. (en prensa) hicieron un análisis de banda estrecha del EEG durante una tarea de memoria de trabajo verbal utilizando el paradigma de Sternberg, el cual consiste en darle al sujeto un conjunto de números a recordar y luego, al presentar un número (el estímulo de prueba), el sujeto debe responder si éste se encuentra o no en el conjunto a memorizar presentado previamente. Estudiaron dos niveles de dificultad: recordar 3 y 5 dígitos. Encontraron un incremento en la actividad de 6.24 Hz en relación a la mayor dificultad. Valentino y cols. (1993) relacionan el aumento de theta con un aumento de la atención. Sin embargo, aunque existen proposiciones para el aumento de theta, el decremento de la actividad theta en regiones posteriores no lo discute ninguno de los autores que lo menciona. Al parecer aún no son claros los mecanismos que subyacen al ritmo theta, por lo que es difícil aventurar una opinión.

Cambios en la actividad delta

Los cambios en esta banda de frecuencias son los que más nos han interesado en trabajos anteriores. En 1993 propusimos que el incremento de la actividad delta durante la ejecución de tareas que requerían de "concentración interna" era posiblemente un

signo de inhibición de los estímulos irrelevantes para ejecutar la tarea (Fernández y cols., 1993). En experimentos posteriores observamos que ésta era una respuesta general para resolver tareas que involucraban a los diferentes componentes del cálculo (Fernández y cols., 1995b). En la revisión que realizamos sobre este tópico en 1994, mencionamos que eran muy pocos los autores que habían estudiado este rango de frecuencias, pero que los resultados obtenidos en los trabajos que sí la habían tomado en cuenta eran muy consistentes, pues en general reportaban un aumento de esta actividad durante la realización de tareas (Dolce y Waldeier, 1974; Tucker y cols., 1985; Etevenon, 1986; John y cols., 1989; Alcaraz y cols., 1992; Valentino y cols., 1993). Desde 1974 ya Dolce y Waldeier (1974) habían referido que el incremento de actividad delta durante una tarea aritmética era mayor que durante una tarea de lectura, y al respecto comentaron: "por analogía con la interpretación dada por Gray Walter (1959), el aumento del porcentaje de delta durante la tarea aritmética podría servir como una función limitante que eliminara las influencias (endógenas o exógenas) que no fueran útiles para la ejecución de la tarea". Estos resultados están apoyados por el incremento de actividad delta en regiones frontales que se presenta durante la meditación yoga (Roldán y cols., 1980), para la cual se requiere un estado de gran concentración.

Debido a la información que tenemos sobre el comportamiento de la actividad electroencefalográfica en adultos durante la ejecución de tareas, consideramos que es interesante explorar el

comportamiento del EEG durante la realización de tareas en niños. Nos interesa obtener información que nos permita inclinarnos por alguna de las dos hipótesis existentes acerca de la supresión de la actividad alfa, es decir, si es específica de tareas o corresponde a procesos más generales; así como comprobar si en los niños existen patrones específicos de cambio electroencefalográfico en la banda beta y/o en la theta; y si existe un incremento de delta asociado a procesos de concentración interna al igual que en los adultos.

A continuación nos referiremos a la segunda pregunta sobre el EEG y la actividad cognoscitiva:

2) RELACION ENTRE EL EEG DE BASE Y LA EJECUCION DE TAREAS

No existen muchos trabajos en la literatura que exploren la relación entre las características del EEG en general y la ejecución de los sujetos en la realización de tareas mentales, pero son muchos menos los que exploran las características del EEG de base asociadas a la ejecución. Entenderemos por ejecución la manera en que responde el sujeto, es decir, si da una respuesta correcta o incorrecta, más rápida o más lenta, etc.

En nuestro conocimiento, los trabajos que existen en niños con trastornos en el aprendizaje (no epilépticos), se han llevado a cabo con el objetivo de demostrar la existencia de un trastorno cognoscitivo intermitente asociado a la aparición de actividad paroxística en el EEG. Se llama trastorno cognoscitivo intermitente a un deficit cognoscitivo transitorio que se relaciona con

la presencia de actividad epileptógena en el EEG (Aarts y cols., 1984). Este síndrome se ha observado también en niños con epilepsia benigna durante la aparición de las espigas Rolándicas (Binnie, 1993), y en niños con trastornos en el aprendizaje durante paroxismos de espigas y ondas lentas (Alvarez y cols., 1992). Sin embargo, de acuerdo a estos autores, las tareas en las que se observaba el déficit cognoscitivo diferían de un niño a otro, por lo que llegaron a la conclusión de que la actividad paroxística interfería con procesos mentales diferentes en los distintos niños.

Estos resultados, aunados a la observación, en nuestro laboratorio, de que la frecuencia del EEG de base en reposo está altamente correlacionada con la ejecución en tareas de memoria y de atención en niños normales realizadas en diferente sesión experimental (Harmony y cols., 1992)., así como a la observación generalizada de que los niños con dificultades en el aprendizaje presentan mayor cantidad de actividad lenta en el EEG, suscitaron la segunda pregunta a la que nos referimos al inicio de este inciso: ¿existe alguna relación entre la actividad electroencefalográfica de base que tiene el sujeto cuando se le da el estímulo que le indica que debe realizar una tarea y la ejecución del sujeto en dicha tarea? o más explícitamente ¿se producen más respuestas incorrectas cuando la actividad electroencefalográfica es más lenta que cuando existen alfa o beta en el momento de dar el estímulo?

El problema de la relación entre el EEG y la ejecución del sujeto se ha abordado de varias formas; entre ellas destacan las

siguientes:

1.- Se toman 2 grupos integrados por sujetos que se caracterizan por tener una buena y una mala ejecución respectivamente, y se comparan las características electroencefalográficas de los dos grupos.

2.- En un solo grupo de sujetos, en el que cada integrante tiene buenas y malas ejecuciones, se comparan las características del EEG relacionadas a las buenas ejecuciones con las características del EEG relacionadas a las malas ejecuciones.

La primera forma de abordar el problema puede llevarse a cabo haciendo un registro de EEG mientras el sujeto realiza la tarea o registrando el EEG de base en una sesión independiente a la realización de la tarea. Sin embargo la segunda forma tiene que hacerse forzosamente en un registro simultáneo de la tarea y el EEG.

Utilizando el segundo procedimiento, el error que se comete es mucho menor, pues por un lado, cada individuo es su propio control, y por otro lado, se elimina el factor de escala multiplicativo asociado a la Potencia Absoluta del EEG, responsable de gran parte de la gran variabilidad interindividual que existe (Valdés y cols., 1992), y que por lo tanto, oscurece los resultados que se generan de esta medida.

A continuación nos referiremos a los trabajos que exploran la relación entre la ejecución del sujeto y alguna característica del EEG.

La mayoría de estos trabajos consideran el Tiempo de Reacción (TR) como medida conductual de la ejecución. En este trabajo, decidimos usar el hecho de que la respuesta fuera correcta o incorrecta como medida conductual de la ejecución. Por otra parte, en los pocos trabajos en los que compararon el EEG relacionado a respuestas correctas con el EEG relacionado a respuestas incorrectas, los paradigmas eran del tipo "go no-go", es decir, el sujeto debía responder a un tipo de estímulo (estímulo blanco), pero no tenía que responder de ninguna forma a los estímulos de otros tipos (estímulos no-blanco). En estos trabajos las respuestas incorrectas consistieron en su mayoría en omisiones, es decir, en que el sujeto no contestaba al estímulo blanco. Sin embargo los paradigmas usados en esta tesis fueron del tipo "go go", esto significa que el sujeto debía responder de una forma al estímulo blanco y de otra forma al estímulo no-blanco, con lo que esperábamos que las respuestas incorrectas consistieran más en fallos (respuestas inadecuadas) que en omisiones (ausencia de respuesta).

La mayor parte de las tareas empleadas en estos experimentos han sido tareas sencillas y monótonas que inducen somnolencia. El hecho de que se hayan utilizado tareas de este tipo se debe a la hipótesis que había detrás de estos trabajos, acerca de que la relación entre el EEG y la ejecución de tareas estaba modulada por el nivel de alertamiento del sujeto. Townsend y Johnson (1979) plantean que "puede haber una variación considerable en la actividad electroencefalográfica que no esté relacionada con la ejecución, excepto cuando las fluctuaciones del EEG son

secundarias a cambios en el alertamiento, el cual a su vez, afecta a la ejecución". Los investigadores que sostenían esta hipótesis lo que intentaban era tener una herramienta fisiológica de medición del alertamiento para poder aumentar su nivel cuando éste era bajo; es decir, a partir de variables fisiológicas (entre ellas el EEG) intentaban predecir el TR ya que sus trabajos tenían una aplicación inmediata en individuos cuya ocupación requería mantener la atención durante períodos prolongados, como operadores de radares de tráfico aéreo o naval. Williams y cols. (1962) plantearon que "la validez de la predicción del TR a partir de la frecuencia del EEG se incrementa a medida que aumenta la privación de sueño".

De hecho, la somnolencia no sólo era inducida por el tipo de tarea, sino que algunos autores, no pudiendo establecer ninguna relación entre el EEG y la ejecución de tareas en individuos normales bien descansados, utilizaron como sujetos experimentales a individuos privados de sueño hasta por dos noches consecutivas (Williams y cols., 1962; Townsend y Johnson, 1979) o hicieron el experimento en horas de sueño (Belyavin y Wright, 1987). Otra manipulación utilizada para inducir sueño fue realizar la tarea con ojos cerrados (Makeig e Inlow, 1993). En general, cuando se encontraron relaciones, éstas fueron en el sentido de que una menor frecuencia del EEG se relacionaba con TR más largos (Lansing, 1957; Williams y cols., 1962; Surwillo, 1963a, 1963b; Townsend y Johnson, 1979) o con mayor cantidad de errores, que consistieron en omisiones (Belyavin y Wright; Makeig e Inlow, 1993; Valentino y cols., 1993). Una excepción a estos resultados

es el trabajo de Jones y cols. (1979), quienes observaron la relación inversa, es decir, un mayor número de errores estaba asociado a mayor frecuencia media dominante y a menor abundancia en la banda alfa.

La relación observada más comúnmente, en el caso de que hubiera alguna, consistió en que una mejor ejecución se relacionaba con una mayor frecuencia en el EEG. Sin embargo, esta frecuencia a veces sólo era medida en el rango de frecuencias alfa (Lansing, 1957; Surwillo, 1963a,b; Boddy, 1971) o en el rango theta, como ocurrió en uno de los experimentos de Townsend y Johnson (1979). Los resultados en cuanto a en qué rangos de frecuencia era que se veía el aumento de frecuencia del EEG asociado a una mejor ejecución no son consistentes. Surwillo reporta que una menor frecuencia alfa está relacionada con mayores TR. Makeig e Inlow (1993) refieren que la potencia para valores menores de 6 Hz correlaciona positivamente con la tasa de error, mientras que a los 10 Hz aproximadamente hay una correlación negativa. Townsend y Johnson (1979) observaron una disminución en la actividad beta (de 15 a 20 Hz) previa a omisiones; Valentino y cols. (1993) también relacionan el decremento de beta con una mala ejecución, y señalan que la actividad beta es el mejor indicador de cambios en la ejecución. Asimismo, Belyavin y Wright (1987) comentan que la actividad beta1 (14-21 Hz) parece ser el discriminador más útil de una mala ejecución, la cual según ellos es consecuencia de un bajo nivel de alerta; también encuentran que una mala ejecución parece estar asociada a mayor actividad delta y theta.

Sin embargo, en su intento de relacionar la ejecución con el EEG, no todos los autores han medido las características del EEG en el mismo intervalo con respecto a la presentación del estímulo. Unos investigadores utilizan el EEG durante la realización de la tarea (Surwillo, 1963a, 1963b y Gutiérrez y Corsi-Cabrera, 1988); otros sólo usan los segmentos previos a la presentación del estímulo (Townsend y Johnson, 1979 y Belyavin y Wright, 1987); mientras que hay quienes analizan tanto los segmentos que preceden como los que suceden al estímulo (Williams y cols., 1962; Morrell, 1966; Boddy, 1971 y Jones y cols., 1979). También hubo investigadores que utilizaron mezclas, pues tomaron segmentos independientemente de la presentación del estímulo (Beatty y cols., 1974). Si estos últimos autores hubieran seguido un método convencional se les podría señalar que con este procedimiento violaban el supuesto de estacionaridad necesario para hacer análisis de frecuencias, sin embargo ellos quizás fueron los primeros en demostrar una relación entre la ejecución y fenómenos regulados corticalmente por métodos de condicionamiento operante en humanos; constituyeron dos grupos y entrenaron a los sujetos de un grupo en aumentar su radio theta y a los del otro grupo en disminuirlo (el radio theta se calculó como la proporción de actividad theta respecto a la actividad total sin tomar en cuenta a delta); los sujetos que reducían su radio theta, aumentaban su eficiencia en una tarea de monitoreo y por el contrario, quienes aumentaban su radio theta ejecutaban peor. Sin embargo, aunque los autores discuten este resultado como una consecuencia de la actividad theta, el hecho de que sea un radio no permite concluir si la mejor ejecución se asoció a un

decremento de theta o a un incremento de alfa o de beta; lo que sí es cierto es que una mejor ejecución estuvo relacionada a una mayor frecuencia del EEG. Williams y cols. (1962) encontraron que, en los 7 sujetos que estudiaron, la distribución de frecuencias del EEG era unimodal, con la moda a los 10 Hz en condiciones normales, sin embargo con la privación de 2 días de sueño, en 5 individuos la distribución de frecuencias del EEG desarrolló una moda secundaria en el rango theta y en otro individuo desarrolló esta moda el primer día de recuperación; aparentemente esta emergencia del ritmo theta fue una condición necesaria para poder obtener correlaciones significativas entre el TR y la frecuencia del EEG, pues si no se hacía bimodal la distribución de frecuencias del EEG no había correlaciones significativas. Ellos analizaron la correlación de la frecuencia del EEG con la ejecución del sujeto considerando segmentos del EEG con duración de 1 segundo ubicados desde 3 segundos previos a la presentación del estímulo hasta 3 segundos después de su presentación y concluyeron que el mejor predictor del TR es el segundo inmediatamente previo a la presentación del estímulo. Morrell en 1966 replicó este hallazgo. Boddy (1971) comenta que "tanto Williams y cols. (1962) como Morrell (1966) encontraron que los segmentos de EEG del segundo previo al estímulo daban la predicción más confiable del TR".

En este trabajo nosotros analizamos la Potencia Absoluta (PA), la Potencia Relativa (PR) y la Frecuencia Media (FM) del EEG en el rango de frecuencias de 1.5 a 30 Hz, considerando los segmentos de EEG de 1.28 seg previos a la presentación del

estímulo, es decir, consideramos el EEG de base que tiene el sujeto en el momento en que se le presenta la tarea.

No cabe duda de que el sueño puede afectar la relación que se observa entre el EEG y la ejecución. La mayoría de los experimentos que tratan de asociar características del EEG con la ejecución utilizan condiciones experimentales que favorecen la disminución del alertamiento. Se ha observado que en condición de reposo el EEG es más lento en niños con TA que en niños normales (John y cols., 1983; Gasser y cols., 1988; Harmony y cols., 1990b; Alvarez y cols., 1992); más aún, que la mala ejecución en tareas de atención y memoria realizadas en una sesión independiente del registro de EEG en reposo, estuvo relacionada con un EEG más lento (Harmony y cols., 1992). Estos hallazgos sugieren que no es el sueño el único factor que está afectando la relación entre el EEG y la ejecución de tareas.

Por este motivo nosotros tratamos de tener condiciones experimentales que descartaran la posibilidad de un deterioro en el nivel de alertamiento, es decir, condiciones en las cuales el sujeto estuviera muy motivado y en las que su interés no decreciera a medida que transcurría el experimento; asimismo, el mostrar conductualmente que su TR y su número de respuestas incorrectas no se incrementaba hacia el final del experimento, que sus respuestas incorrectas eran más fallos que omisiones, y que no era mayor el TR cuando la respuesta era incorrecta, debería sugerir que no era el sueño un factor relevante en el experimento. Este intento de mantener interesado al sujeto fue

posible gracias a la presentación de las tareas en forma de video-juegos utilizando el programa Mind Tracer, incorporado a nuestra computadora de estimulación.

Si en estas condiciones experimentales se logra demostrar que las respuestas incorrectas están asociadas a un EEG de base más lento que las respuestas correctas, se está mostrando que la relación entre la ejecución y la frecuencia del EEG de base no es dependiente exclusivamente de somnolencia.

Otra hipótesis utilizada para tratar de explicar la relación entre la ejecución y el EEG es que los ritmos electroencefalográficos pudieran ser la señal de un "reloj" interno para el procesamiento cerebral. Surwillo (1963a) comenta que la especulación original sobre el ritmo alfa fue de Bishop, quien en 1933 planteaba que este ritmo estaba asociado a un ciclo de excitabilidad cortical. Continúa Surwillo su comentario diciendo que durante años, otros investigadores (entre los que se encontraban Jasper y Andrews, Bartley, Kibbler y cols., Bates y Chang) elaboraron este concepto probando varias hipótesis relacionadas, aumentando la evidencia de los resultados de Bishop. Surwillo da el ejemplo de Lindsley, quien propuso que el ciclo de actividad alfa es un ritmo básicamente metabólico o respiratorio de las células cerebrales que sirve como un medio de "pulsar" y codificar los impulsos sensoriales, y comenta que Gray Walter en el mismo sentido sugirió que el ritmo alfa podría reflejar un mecanismo de regulación central para coordinar las señales aferentes y eferentes; sin embargo, quien propuso que el ritmo alfa tenía la función de un "reloj" en la organización de la

conducta fue Wiener en 1958. Este mecanismo propuesto por Wiener podría predecir una covariación del tiempo de respuesta con el tiempo del ciclo de ondas cerebrales (Boddy, 1971). Según Surwillo (1963a) "el ciclo electroencefalográfico es la unidad básica del tiempo en términos de cuáles eventos son programados en el Sistema Nervioso Central". En este trabajo hemos considerado este criterio ampliado a todas las frecuencias electroencefalográficas desde 1.5 hasta 30 Hz, y no sólo a un ritmo particular.

A esta otra hipótesis se le podría objetar que no en todos los sujetos se cumple que el hecho de tener abundante alfa sea una condición necesaria para ejecutar correctamente. De hecho, es común en adultos ver muy buenas ejecuciones en sujetos que prácticamente no tienen alfa. Sin embargo es posible que cuando tengan una mala ejecución ésta vaya acompañada de actividad aun más lenta. Boddy (1971), intentando replicar con métodos de análisis de frecuencias del EEG los hallazgos de Surwillo (1963a, 1963b) no encontró correlaciones significativas entre la frecuencia del EEG y el TR cuando hizo el análisis de bandas estrechas de 1Hz, lo que él llama un continuo de frecuencias, ni siquiera cuando en su experimento consideró el análisis de los segmentos pre y post-estímulo, a diferencia de Surwillo que sólo había considerado los segmentos post-estímulo; sin embargo, cuando hizo el análisis de banda ancha encontró que el TR auditivo promedio fue más lento con los ojos cerrados y con alfa presente que con los ojos abiertos y actividad rápida de bajo voltaje presente. El dice que esto constituye una extensión del hallazgo de Morrell

(1966) en cuanto a que la banda de frecuencias predice la ejecución en tareas de TR. Es posible que esta haya sido la razón de lo infructuoso de tratar de encontrar tal predicción en bandas muy estrechas; sin embargo una diferencia de sus experimentos con los de Surwillo que él no tomó en cuenta (a pesar de que Surwillo, además de mostrar una relación inversa de la edad con la frecuencia del EEG encontró también que la frecuencia del EEG es el factor que subyace a la lentitud en los TR asociada a la edad) fue que el rango de edades considerado fue muy grande en relación con el tamaño de muestra. En nuestro experimento el rango de edades es muy estrecho, por lo que vale la pena explorar las relaciones en un análisis de banda estrecha, además del tradicional análisis de banda ancha.

Para explorar las relaciones entre el EEG y la actividad cognoscitiva, tanto para el análisis de los cambios durante la realización de la tarea, como para el análisis de los segmentos previos a la misma, seleccionamos las siguientes 4 tareas que fueron presentadas en forma de video-juegos en el monitor de una computadora de estimulación:

- 1) Tarea de atención sostenida (CPT, *Continuous Performance Task*).
- 2) Tarea de memoria de trabajo verbal (Paradigma de Sternberg).
- 3) Tarea de categorización semántica de palabras.
- 4) Tarea de categorización semántica de figuras.

Uno de nuestros objetivos en esta tesis es conocer si los cambios electroencefalográficos durante las diferentes tareas presentan una localización relacionada específicamente con cada tarea, y otro es conocer si las características del EEG asociadas a ejecuciones incorrectas en cada tarea ocurrían en esas mismas regiones específicas. Por ello, a continuación expondremos una breve revisión sobre las estructuras que se activan durante la realización de tareas similares a las que nos propusimos explorar en esta tesis:

Análisis funcional de la activación cerebral en las tareas.

En el estudio de las estructuras que participan en la realización de diferentes tareas, la Neurología y la Neuropsicología han jugado un papel muy importante; sin embargo, las implicaciones que tienen los hallazgos en estas ramas de la ciencia sobre la localización de determinada función siguen un razonamiento bastante indirecto. En este trabajo seleccionamos específicamente los resultados obtenidos con Tomografía por Emisión de Positrones (PET) o con Resonancia Magnética Funcional (RMf) por dos razones:

- 1) Porque los cambios del flujo cerebral durante la realización de tareas se estudian en individuos normales, y
- 2) Porque se utilizan procedimientos que permiten "disecar" procesos cerebrales específicos mediante la comparación de una tarea con múltiples controles (Buckner y Tulving, 1995)

En los últimos años, la Tomografía por Emisión de Positrones (PET) ha brindado excelente información sobre las estructuras

cerebrales que se activan durante la realización de diferentes tareas. Esta información es particularmente relevante para el análisis de los resultados que se obtienen en el estudio del EEG durante la realización de las tareas, así como para el análisis de la relación entre la aparición de actividad lenta antes de la estimulación y las fallas en la ejecución. Por esta razón a continuación resumiremos los hallazgos obtenidos por PET y por otros procedimientos de evaluación del flujo cerebral durante la ejecución de las tareas seleccionadas: (para una revisión del tema ver Roland, 1993).

Atención visual sostenida (Continuous Performance Task, CPT)

Es preciso explicar brevemente en qué consiste esta tarea, para que tengan sentido los antecedentes de estudios de PET que relataremos a continuación. En esta tarea el sujeto dirige su atención a una localización muy precisa del espacio sideral que se le presenta en el monitor de la computadora, esperando que en ese lugar aparezca una nave espacial enemiga. Dependiendo del color de la nave él hace una discriminación de éste y le dispara a la nave apretando una u otra tecla según las instrucciones que se detallarán en la metodología.

En estudios en monos se ha observado que las distintas áreas visuales están organizadas en dos vías funcionales especializadas: una vía ventral u occípito-temporal para la identificación de los objetos, en donde se procesan aspectos como color y forma, y otra vía dorsal u occípito-parietal en donde se analizan los aspectos espaciales. En el mono, el área V4 es la ruta por la que

se envía información a la corteza infero-temporal y en la que las células responden al color y a la forma; el área V5 o MT es el área en donde se envía información a la corteza parietal.

En el humano, la percepción del color se ha asociado a la activación del área occipital ventromedial (circunvolución lingual), y se ha propuesto que esta área sea la homóloga de V4. Esto ha sido demostrado en tres estudios diferentes (Corbetta y cols., 1993; Ungerleider y Haxby, 1994; Roland, 1993). Por otra parte, la atención selectiva a un atributo visual activa la misma área de la corteza extraestriada que se activa durante el procesamiento perceptual de ese atributo (Corbetta y cols., 1991). Por esta razón, tanto en la percepción del color como en la atención visual selectiva al color debe activarse esta vía occípito-temporal. Además se ha visto que al hacer cambios de atención a diferentes localizaciones espaciales se activan las mismas áreas occípito-parietales y frontales asociadas con la percepción de la localización espacial (Corbetta y cols., 1993).

Memoria de trabajo verbal (paradigma de Sternberg)

La tarea de Sternberg es considerada una tarea de memoria de trabajo, que además en nuestro caso es verbal porque el sujeto verbaliza los números presentados en el conjunto a memorizar para poder recordarlos cuando se le presenta el estímulo prueba. Petrides y cols. (1993) refieren que en tareas de este tipo se activan las áreas 46 y 9 que corresponden a la circunvolución frontal media dorsolateral. Otros autores encuentran que hay cierta lateralización, pues afirman que se activa la corteza prefrontal, predominantemente en la región izquierda (Buckner y

Tulving, 1995).

Lectura y categorización semántica de palabras

Si analizamos la tarea que tiene que realizar el sujeto, ésta consta de varias partes. En primer lugar el individuo percibe que lo que se le presenta es una palabra, aquí tiene que hacer un análisis de rasgos detenido porque se le ha dado una instrucción diferente para cuando empieza con vocal o con consonante; a continuación lee la palabra y por último la categoriza semánticamente como animal o no-animal para poder dar la respuesta. Cuando se logra diseccionar el proceso de modo que pueda verse lo que se activa solamente ante la presentación de palabras, se encuentra un aumento del flujo en la parte posterior de la circunvolución temporal media izquierda y en la corteza estriada bilateral (Howard y cols., 1992); sin embargo, en la lectura de palabras hay aumento de flujo en las áreas extraestriadas izquierdas (Petersén y cols., 1990). Por otra parte se ha reportado que en el proceso de categorización de palabras escuchadas se observa activación de las áreas temporal media e inferior izquierdas, parietal inferior izquierda y prefrontal superior izquierda (Demonet y cols., 1992). Como puede verse, esta tarea involucra procesos predominantemente lingüísticos, por lo que se activan regiones principalmente del hemisferio izquierdo.

Clasificación de figuras

En la clasificación de figuras se activan la corteza visual primaria, cuneus, lingualis, fusiforme y occipital inferior (Roland, 1993). Sin embargo, Perani y cols. (1995) encontraron

que la activación era diferente si las figuras eran de animales que si correspondían a otros objetos (herramientas). La activación por figuras de animales se presenta en corteza lingual izquierda, fusiforme bilateral, temporal inferior bilateral, occipital media izquierda y cuneus derecho; mientras que la activación por figuras de objetos, que en este caso eran herramientas, ocurre en la corteza lingual izquierda, hipocámpica izquierda, occipital media izquierda y frontal dorsolateral. Perani y cols. (1995) argumentan que las diferencias se deben a que en la clasificación de herramientas se requiere de procesamiento lingüístico, lo cual se relaciona con la predominancia izquierda de la activación; mientras que el reconocimiento de los animales es directo.

Tomando en cuenta todos los antecedentes expuestos, nos proponemos demostrar las siguientes hipótesis:

II.- HIPOTESIS

1.- Al comparar en niños la actividad electroencefalográfica previa a la presentación del estímulo con la actividad durante la realización de la tarea, se deberá observar lo siguiente:

a) Disminución generalizada de la PA alfa durante todas las tareas, lo que apoyaría la teoría de que la respuesta alfa a un estímulo es inespecífica.

b) Aumento de la PA delta durante las tareas, lo que apoyaría nuestra hipótesis sobre la relación de esta actividad con el procesamiento interno necesario para realizar las tareas.

c) Cambios específicos asociados a la tarea en las bandas theta y beta. Las regiones en donde se localicen estos cambios deberán ser similares a las áreas que se activan en estas tareas específicamente según estudios de PET.

2.- La ejecución del sujeto estará relacionada con las características del EEG previo a la presentación del estímulo que le indica que debe realizar la tarea. Se espera que las respuestas incorrectas estén precedidas de un EEG más lento que las respuestas correctas, independientemente del nivel de alertamiento. Esta actividad electroencefalográfica más lenta que precede a las respuestas incorrectas deberá localizarse en las regiones que se activan en la realización de cada tarea específica según estudios de PET.

III.- METODOLOGIA

SUJETOS:

Debido a la necesidad de hacer la muestra lo más homogénea posible, de los 54 sujetos voluntarios de la escuela primaria "Isidro Castillo" se excluyeron algunos (ver apéndice), quedando finalmente constituida por 47 niños, 24 del sexo femenino y 23 del masculino, en un rango de edad de 8.07 a 10.62 años (9.21 años en promedio). Estos niños eran normales desde el punto de vista neurológico, no presentaban alteraciones estructurales importantes en la TAC de cráneo, tenían un coeficiente intelectual superior a 80, no tenían antecedentes socioeconómicos ni biológicos de riesgo y, en caso de presentar algún problema de aprendizaje, éste no era secundario a un problema emocional.

Se utilizaron dos clasificaciones diferentes para explorar el efecto de las diferencias del rendimiento académico de los niños: una clasificación siguiendo un criterio clínico y otra a partir de una Bateria para detectar Trastornos en la Lectura (BTL); en cada caso se constituyeron dos grupos y prácticamente no se observó efecto del grupo en el EEG en reposo. Tampoco se observó efecto de la edad ni en el EEG en reposo ni en los resultados en la BTL (ver apéndice).

Los resultados en el WISC fueron, en promedio, los siguientes:

PRUEBA DE RETENCION DE DIGITOS ----	9.15 ± 2.76
PRUEBA DE CODIFICACION -----	9.75 ± 3.79
ESCALA VERBAL -----	102.37 ± 11.99
ESCALA EJECUTIVA -----	105.31 ± 13.83
TOTAL (C.I.) -----	103.88 ± 12.04

TAREAS:

En cualquier escuela primaria hay unos niños que tienen mejor rendimiento académico que otros. La deficiencia más frecuentemente señalada por padres y maestros es la lectura. Este es el motivo de que las tareas que incluimos estén relacionadas directa o indirectamente con este proceso.

Distintos estudios neuropsicológicos sugieren que las deficiencias en el proceso de lectura pueden ser de naturaleza muy diferente en los distintos individuos. Las alteraciones pueden ocurrir en diferentes fases del procesamiento de la información, éstas pueden variar desde déficits significativos en la discriminación visual o auditiva (Boder, 1973; Mattis y cols., 1975; Lyon, 1982; Tallal y cols., 1993) hasta problemas en el procesamiento fonológico de la información verbal (Torgesen, 1988; Ackerman y Dykman, 1993), insuficiente memoria visual o auditiva a corto plazo (Boder, 1973; Petrauskas y Rourke, 1979), deficiencias en la memoria de trabajo (Swanson, 1993), etc. Estos estudios sugieren que deben explorarse diferentes tareas, ya que los niños pueden presentar alteraciones en unas y no en otras.

En algunos trabajos se ha observado poca correlación entre la memoria a corto plazo y la habilidad para leer (Perfetti and Lesgold, 1977; Dempster, 1985); esta débil correlación pudiera deberse al hecho de que las tareas de memoria utilizadas no miden operaciones fundamentales que se requieren para la lectura, como es por ejemplo la operación simultánea del procesamiento de la información y de su almacenamiento. Esta combinación simultánea

de funciones de procesamiento y funciones de almacenamiento se ha denominado "memoria de trabajo" (Baddeley, 1986).

Just y Carpenter (1992) propusieron que la memoria de trabajo jugaba un papel fundamental en el procesamiento y almacenamiento de los productos intermedios o finales de la computación que se realiza al leer o al oír para integrar las ideas a partir de un flujo de palabras sucesivas. Swanson y cols. (1989) y Swanson (1994), usando estímulos verbales y no verbales, encontraron menor capacidad de la memoria de trabajo en niños con dificultades en la lectura que en niños normales; por lo que propusieron que una de las fallas fundamentales en los problemas en la lectura era una disfunción general en la memoria de trabajo. Por esta razón es lógico que una de las tareas seleccionadas para este estudio sea una tarea de memoria de trabajo (paradigma de Sternberg).

Por otra parte, en nuestro laboratorio observamos que el EEG en reposo se correlaciona con la ejecución en tareas de memoria de trabajo y de atención visual sostenida efectuadas en una sesión experimental diferente (Harmony y cols., 1992). Se encontró que un mayor número de errores en la tarea de atención estaba asociado a mayor actividad delta y theta y que un mayor TR en la tarea de memoria se relacionaba con mayor PR delta y theta y menor PR alfa y beta en regiones frontales. Este es un argumento muy fuerte para que querramos explorar los cambios del EEG durante estos procesos, así como para evaluar el efecto que tiene la actividad de base del EEG -antes de la presentación del

estímulo- en la ejecución de la tarea.

Otro proceso que nos interesaba explorar era la lectura, pues como ya dijimos los problemas de lectura eran la deficiencia de aprendizaje más frecuente señalada por los padres y los maestros. Para ello seleccionamos una tarea de categorización semántica de palabras leídas. Sin embargo, también debíamos elegir una tarea que sirviera de control a la de lectura, y como control seleccionamos una tarea de categorización semántica de figuras, idéntica a la anterior, excepto por el tipo de presentación (figura o palabra escrita). En ambas tareas el sujeto debía apretar un botón si la palabra (o figura) correspondía a un animal y otro botón si no correspondía; pero no debía contestar si el nombre de lo leído (o visto) empezaba con vocal. No seleccionamos la lectura de textos porque durante la misma se introducen artefactos de movimientos oculares, y no se tiene el control preciso de cuáles palabras el niño ha comprendido y cuáles no.

En todas las tareas el sujeto debía responder apretando una tecla en una condición y apretando otra tecla en otra condición ("go go"), sin embargo los tiempos interestímulos variaron de una a otra tarea. En todas ellas se midieron el Tiempo de Reacción Promedio (TRP) para respuestas correctas e incorrectas y la Proporción de Respuestas Correctas (PRC) tanto para el estímulo blanco (*target*) como para el estímulo no-blanco (*non target*).

Tarea de atención sostenida

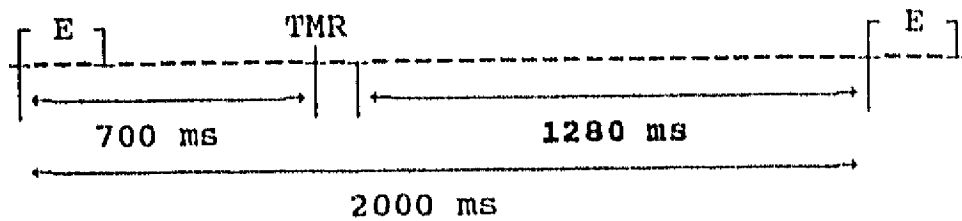
En el monitor de la computadora de estimulación aparecían los comandos de una nave espacial (en la que se encontraba el niño) desde la cual, en una localización muy precisa, él podía ver naves enemigas de 9 colores diferentes. El niño debía dispararle a las naves moradas (estímulo blanco) con una tecla del tablero (+) y a las otras naves (estímulo no-blanco) con otra tecla (-) para producir una explosión; con cada error que el niño cometía bajaba el nivel del combustible de su propia nave. El tiempo de presentación del estímulo fue de 200 ms, el tiempo máximo para la respuesta fue de 700 ms y el tiempo interestímulo fue de 2000 ms. Se presentaron 200 estímulos, de los cuales el 25% correspondían al estímulo blanco (ver Figura 1).

Tarea de memoria de trabajo verbal

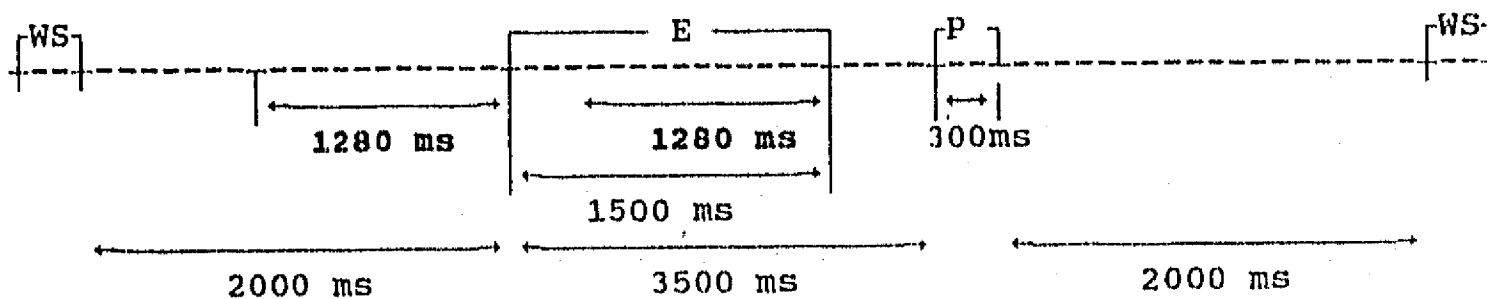
Para elaborar esta tarea se utilizó el paradigma de Sternberg, el cual fue modificado en el sentido de que sólo se impusieron dos niveles de dificultad y de que la aplicación se automatizó con el uso de una computadora.

En el monitor de la computadora de estimulación se presentaba primeramente un estímulo de fijación que duraba 300 ms, 2000 ms después se presentaba un conjunto formado por 3 ó 5 dígitos que el niño debía memorizar (esta presentación duraba 1500 ms), después de otros 2000 ms se presentaba un único dígito de prueba (representado por E en la FIGURA 1) durante 300 ms. El niño debía apretar una tecla (M) si el dígito pertenecía al conjunto presentado previamente u otra tecla (B) si el dígito no pertenecía a

PARADIGMA DE ATENCION SOSTENIDA (CPT)



PARADIGMA DE MEMORIA DE TRABAJO VERBAL (STERNBERG)



PARADIGMA DE CATEGORIZACION

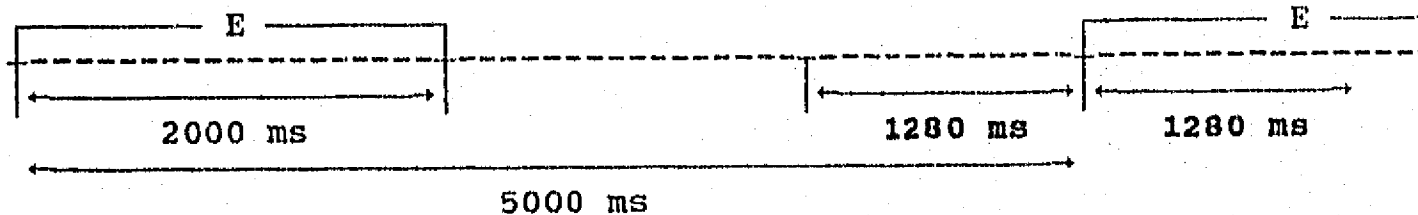


FIGURA 1: En esta figura se representan los tiempos de presentación del Estímulo (E), los tiempos interestímulo y los tiempos máximos de respuesta (TMR) de cada ensayo en las distintas tareas. Los segmentos de EEG incluidos en el análisis fueron los segmentos de 1280 ms previos a la presentación del estímulo ("pre") y los segmentos de 1280 ms durante la tarea ("post") que están marcados con letra más oscura. En el paradigma de Sternberg, E representa el conjunto que el sujeto debía memorizar y P el estímulo prueba.

dicho conjunto, el tiempo máximo de espera de respuesta era de 2300 ms a partir de la presentación del dígito único. Se presentaron 200 secuencias de este tipo, en donde el 50% de las veces el dígito único pertenecía al conjunto y el 50% de las veces no pertenecía al conjunto.

Tarea de categorización semántica con presentación de palabras

En el monitor de la computadora de estimulación aparecía durante 2000 ms una palabra, si ésta comenzaba con vocal el niño no debía apretar ninguna tecla del tablero, pero si empezaba con consonante debía decidir si la palabra correspondía a un animal (estímulo blanco), en cuyo caso apretaba una tecla (M) o no correspondía a un animal (estímulo no-blanco), en cuyo caso apretaba otra tecla (B). El tiempo interestímulo era de 5000 ms. Se presentaron 203 estímulos, de los cuáles el 20% correspondía al estímulo blanco y el 70% correspondía al estímulo no-blanco, el 10% restante correspondía a las palabras cuya primera letra era una vocal. Las palabras presentadas en esta tarea se obtuvieron de la nominación hecha por los sujetos piloto de las figuras en blanco y negro estandarizadas por Snodgrass y Vanderwart (1980) que incluimos en la tarea de categorización semántica de figuras. De hecho, la diferencia entre las tareas de categorización está sólo en el tipo de presentación (figuras o palabras), pues semánticamente son idénticas y al individuo se le dan las mismas instrucciones en ambas tareas.

Tarea de categorización semántica con presentación de figuras

En el monitor de la computadora de estimulación aparecía durante 2000 ms una figura, el niño debía nominarla pues si el nombre de la figura comenzaba con vocal no debía apretar ninguna tecla del tablero, pero si empezaba con consonante debía decidir si la figura correspondía a un animal (estímulo blanco), en cuyo caso apretaba una tecla (M) o no correspondía a un animal (estímulo no-blanco), en cuyo caso apretaba otra tecla (B). El tiempo interestímulo era de 5000 ms. Se presentaron 203 estímulos, de los cuáles el 20% correspondían al estímulo blanco y el 70% correspondían al estímulo no-blanco, el 10% restante correspondía a las figuras que al nombrarlas su primer sonido era de vocal. La complicación de este paradigma dada por la nominación de la figura se hizo necesaria para garantizar que el niño hiciera un procesamiento semántico de la figura, pues la diferenciación entre animales y no-animales puede hacerse a partir de los rasgos gráficos de ésta sin necesidad de evocar el nombre de la figura en cuestión. Para cerciorarnos de que la nominación fuera adecuada, al finalizar el estudio le pedimos al niño que nominara todas las figuras y descartamos del registro aquellos segmentos que coincidieron con figuras que el niño no podía nombrar. Las figuras utilizadas en este paradigma fueron seleccionadas de un conjunto de 260 figuras en blanco y negro estandarizadas por Snodgrass y Vanderwart (1980); de las 260 figuras se excluyeron aquellas que no podían ser nominadas correctamente por 3 o más individuos de un grupo piloto (formado por 4 adultos y 6 niños) y aquellas que iniciaban con la letra

"h" o presentaban la letra "ñ" en su escritura.

Debido a que sólo pudo presentarse con retroalimentación automática la tarea de atención sostenida, en las otras tareas se le indicaba al niño de manera oral si era correcta o no cada una de sus respuestas (el experimentador decía "bien" o "mal" dependiendo del caso).

REGISTRO, EDICION Y ANALISIS DEL EEG

Se hizo un registro referencial (monopolar) del EEG en las derivaciones Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz y Oz según el Sistema Internacional 10-20 utilizando como referencia los lóbulos de las orejas cortocircuitados (A1-A2). También se registraron los movimientos oculares utilizando dos electrodos, uno colocado en una región supraorbitaria del ojo derecho para registrar los movimientos verticales y otro en el canto externo del mismo ojo para registrar los movimientos horizontales. El equipo utilizado fue un MEDICID 03E, el cual estaba sincronizado con una computadora ACER486, de modo que pudiera registrarse el EEG de manera continua mientras el sujeto realizaba las tareas en la computadora de estimulación. Para dar la estimulación sincronizada con el MEDICID 03E se utilizó el Programa Mind Tracer.

REGISTRO DEL EEG DURANTE TAREAS

Antes de comenzar el registro del EEG durante la ejecución de la tarea, el niño era sometido a un breve entrenamiento hasta que era capaz de realizar la tarea correctamente; para ello se utilizaron estímulos diferentes a los del experimento, excepto en la tarea de atención sostenida.

El registro del EEG sujeto a las 4 condiciones experimentales mencionadas (tarea de atención sostenida, tarea de memoria de trabajo verbal, tarea de categorización semántica de palabras y tarea de categorización semántica de figuras) se realizó en dos sesiones experimentales. En la primera sesión se registró el EEG sujeto a las dos primeras condiciones y en la segunda sesión se registró durante la ejecución de las dos tareas de categorización. En cada una de las sesiones se contrabalanceó el orden de presentación de las tareas mentales con el objetivo de evitar que las diferencias que pudieran encontrarse entre las tareas estuvieran contaminadas por diferencias en el nivel de alertamiento.

El registro del EEG durante la tarea de atención sostenida no fue interrumpido por ningún motivo, pero los demás registros se interrumpían cuando el niño lo requería.

EDICION Y ANALISIS DEL EEG DURANTE LA REALIZACION DE TAREAS

En cada uno de los registros de EEG se seleccionaron todos los segmentos de 1280 ms libres de artefactos que precedían a la presentación del estímulo (ver Figura 1). El período muestral

para hacer el promedio fue de 5.0 ms, lo cual produce un total de 256 puntos muestreados. Se hizo el análisis de frecuencias de Banda Ancha y se calculó para cada una de las bandas la PA, la PR y la FM, tanto para el montaje referencial como para el montaje Laplaciano, considerando por separado los segmentos de EEG que precedían a respuestas correctas de los segmentos que precedían a respuestas incorrectas. En el caso particular de la tarea de memoria de trabajo verbal se hizo una subdivisión de acuerdo a la dificultad, es decir, se calcularon por separado las medidas espectrales del EEG previas a respuestas correctas e incorrectas cuando se presentaban 3 ó 5 dígitos, sin embargo después hubo que unir las porque al considerarlas por separado se tenían muy pocos segmentos para el análisis. Por otra parte, se editaron los segmentos de EEG de 1.28 seg durante la tarea (sólo los correspondientes a respuestas correctas, porque queríamos asegurarnos de que el individuo estaba realmente realizando la tarea); en la tarea de Sternberg se consideraron los segmentos inmediatamente previos al estímulo prueba, en las dos tareas de categorización se tomaron los segmentos que seguían inmediatamente a la presentación del estímulo y en la tarea de atención sostenida no fue posible tomar ningún segmento porque los segmentos se contaminaban con la respuesta del sujeto.

Las variables PA y PR no tienen una distribución Normal, por lo tanto fue necesario utilizar transformaciones de ellas para poder hacer un análisis estadístico. Para cada variable de PA se utilizó la transformación logarítmica, resultando la variable

$$LPA = \ln (PA)$$

y para la PR se utilizó la transformación logit, resultando

$$LPR = \text{logit} (PR) = \ln (PR/(1-PR))$$

Como las transformaciones anteriores son funciones monótonas crecientes, la relación entre ellas y las variables originales es directa; por lo tanto, el hecho de que una de estas funciones aumente -o disminuya-, es equivalente a que aumente -o disminuya- la variable original correspondiente.

ANALISIS ESTADISTICO:

Todo el análisis de los datos se llevó a cabo usando la versión de 1993 del paquete estadístico SAS.

I.- Se hicieron los histogramas de frecuencias de todas las variables consideradas en este trabajo para analizar la existencia de sujetos fuera de rango (out layers). Si para una variable particular un sujeto se encontraba fuera de rango, el valor de esa variable en ese sujeto se consideró como dato faltante (missing value). Utilizando la prueba de Shapiro-Wilk (SAS Procedures Guide, 1992) se verificó la normalidad de las variables; a aquellas que no tenían una distribución Normal se las intentó normalizar aplicándoles distintas transformaciones.

II.- ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE EL EEG PREVIO A LA PRESENTACION DEL ESTIMULO ("PRE") Y EL EEG POSTERIOR A LA PRESENTACION DEL ESTIMULO ("POST") CUANDO LA RESPUESTA FUE CORRECTA.

La comparación de estas diferencias nos estará hablando de los cambios que se producen en el EEG durante la realización de

las tareas aplicadas en relación a la actividad previa. Para ello utilizaremos t de Student apareadas para el análisis de Banda Ancha y Análisis Multivariado No Paramétrico de Permutaciones para Banda Estrecha.

Para cada una de las tareas incluidas en este análisis y para cada montaje (referencial o Laplaciano) se aplicaron los siguientes procedimientos estadísticos:

II.I.- Se aplicó el método de t apareada, considerando como variable diferencia a la variable electroencefalográfica que precedía al estímulo (indicada por el subíndice "post") menos la variable electroencefalográfica que sucedía al estímulo (indicada por el subíndice "pre") , es decir:

$$DPA = \ln (PA_{post}) - \ln (PA_{pre})$$

$$DPR = \text{logit} (PR_{post}) - \text{logit} (PR_{pre})$$

$$DFM = FM_{post} - FM_{pre}$$

Este análisis es muy potente porque considera las diferencias intraindividuales, lo cual reduce al mínimo la variabilidad interindividual, ya que, al menos en la PA, quita un factor de escala multiplicativo que es responsable de gran parte de esta variabilidad.

Sin embargo, debido a que se realizan comparaciones múltiples, este método puede "inflar" el error tipo I; para solucionar este inconveniente se dará particular importancia a los niveles de significancia que satisfagan el criterio de Bonferroni que consiste en tomar $p < 0.0025$, como resultado de dividir el nivel considerado habitualmente $p < 0.05$ entre las 20 derivaciones que producen las comparaciones múltiples. Debido a

lo conservativo del criterio de Bonferroni es posible que no se pueda rechazar nunca la hipótesis nula, por esta razón presentaremos también los resultados para $p < 0.05$, aunque deban ser tomados con precaución.

II.II.- Se aplicó el Método Multivariado No-Paramétrico de Permutaciones (Galán y cols., 1993) para un Análisis de Banda Estrecha del EEG (valores cada 0.78 Hz). Este método solamente trabaja con las potencias absolutas. En cada análisis incluimos, ya fuera para el montaje referencial o para el Laplaciano, a todas las derivaciones para una de las 24 frecuencias f donde $f = k * 0.78$ Hz, con $k = 1, \dots, 24$. Es decir, se fijó una de las siguientes frecuencias: 0.78 Hz, 1.56 Hz, 2.34 Hz, 3.12 Hz, 3.90 Hz, 4.68 Hz, 5.46 Hz, 6.24 Hz, 7.02 Hz, 7.80 Hz, 8.58 Hz, 9.36 Hz, 10.14 Hz, 10.92 Hz, 11.70 Hz, 12.48 Hz, 13.26 Hz, 14.04 Hz, 14.82 Hz, 15.60 Hz, 16.38 Hz, 17.16 Hz, 17.94 Hz y 18.72 Hz, y se consideró para cada frecuencia la PA en todas las derivaciones (excepto Oz en el montaje Laplaciano). De forma intuitiva este método parte de la hipótesis (hipótesis nula) de que los datos en una y otra condición son iguales, por lo tanto se pueden permutar pues no debe importar cambiar valores de una condición a otra si son iguales; las sucesivas permutaciones (se requiere un número muy grande de ellas) permiten construir una distribución empírica; entonces se compara esta distribución empírica con la distribución de los máximos (o mínimos) originales; si un valor resulta significativo es porque la diferencia fue suficientemente grande como para rechazar la hipótesis nula y concluir que en promedio los sujetos se comportan de manera diferente en una y en otra condición.

Dentro de las ventajas de este método hay que señalar que no considera dentro de sus supuestos que las variables tengan que distribuirse de ninguna forma específica, por lo que no se requiere normalizarlas; además no representa ningún problema la proporción de sujetos en relación al número de variables. Por otra parte, a diferencia de los métodos univariados como la t apareada, este análisis no "infla" el error tipo I a pesar de que realiza comparaciones múltiples; por lo tanto, al usar este método consideraremos que $p < 0.05$ está representando un nivel de significancia adecuado. Aunque pueda parecer "grande" una $p < 0.05$, esto no significa que debemos tener muchas dudas sobre su confiabilidad como sucedía con la t apareada, pues debido a que esta prueba utiliza valores máximos (o mínimos), la comparación para decidir un rechazo de la hipótesis nula es "muy dura".

III.- ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE EL EEG PREVIO A LA PRESENTACION DEL ESTIMULO CUANDO LAS RESPUESTAS ERAN CORRECTAS Y EL EEG PREVIO A LA PRESENTACION DEL ESTIMULO CUANDO LAS RESPUESTAS ERAN INCORRECTAS

Para cada una de las tareas incluidas en este análisis y para cada montaje (referencial o Laplaciano) se aplicaron los siguientes procedimientos estadísticos:

III.I.- Se hicieron t de Student apareadas tomando como variable diferencia a la variable electroencefalográfica que precedía a respuestas correctas (indicada por el subíndice c) menos la variable electroencefalográfica que precedía a respuestas incorrectas (indicada por el subíndice i) , es decir:

$$DPA = \ln (PA_i) - \ln (PA_c)$$

$$DPR = \text{logit} (PR_i) - \text{logit} (PR_c)$$

$$DFM = FM_i - FM_c$$

Al igual que en el punto II.I presentaremos todos los resultados significativos con $p < 0.05$, pero indicaremos aquellos que satisfagan el criterio de Bonferroni ($p < 0.0025$) y les concederemos particular importancia.

III.II.- Se hicieron Análisis Multivariados No Paramétricos de la PA considerando todas las derivaciones (excepto Oz en el Laplaciano) y todas las frecuencias desde 0.78 Hz hasta 18.72 Hz. Al igual que en el punto II.II consideraremos significativas todas las diferencias con una $p < 0.05$

IV.- ANALISIS CONDUCTUAL DURANTE TAREAS

Utilizando t-Student apareada, en cada tarea se realizaron las siguientes comparaciones:

IV.I.- Comparación entre el número de omisiones (ausencia de respuesta) y el número de fallos (respuestas erróneas) en toda la tarea.

IV.II.- Comparación entre el TR promedio cuando la respuesta fue correcta y el TR promedio cuando fue incorrecta, a lo largo de toda la tarea.

IV.III.- Comparación entre el número de errores en los primeros 50 ensayos y el número de errores en los últimos 50 ensayos.

IV.IV.- Comparación entre el TR promedio en los primeros 50 ensayos y el TR promedio en los últimos 50 ensayos.

IV.- RESULTADOS

Este capítulo estará dividido en 2 partes:

IV.I.- Cambios del EEG durante la ejecución de tareas cuando la respuesta fue correcta.

IV.III.- Comparación del EEG previo a la presentación del estímulo cuando la respuesta fue correcta y cuando fue incorrecta.

IV.I.- CAMBIOS DEL EEG DURANTE LA REALIZACION CORRECTA DE TAREAS (PRE-ESTIMULO vs. POST-ESTIMULO)

Debido a que era muy difícil obtener segmentos de EEG no contaminados con la respuesta motora en la tarea de atención sostenida, sólo se analizaron las tres tareas restantes: tarea de memoria de trabajo verbal (Sternberg), categorización de palabras y categorización de figuras.

Como se dijo en la metodología, en cada tarea se hicieron dos tipos de análisis para los valores de PA en cada banda y en cada montaje (Referencial o Laplaciano): 1) t de Student apareada para cada derivación entre los segmentos de EEG previos a la presentación del estímulo ("pre") y los segmentos durante la realización de la tarea ("post"), y 2) Análisis Multivariado No Paramétrico de Permutaciones (Galán y cols., 1993).

A continuación enumeraremos los resultados específicos de cada tarea:

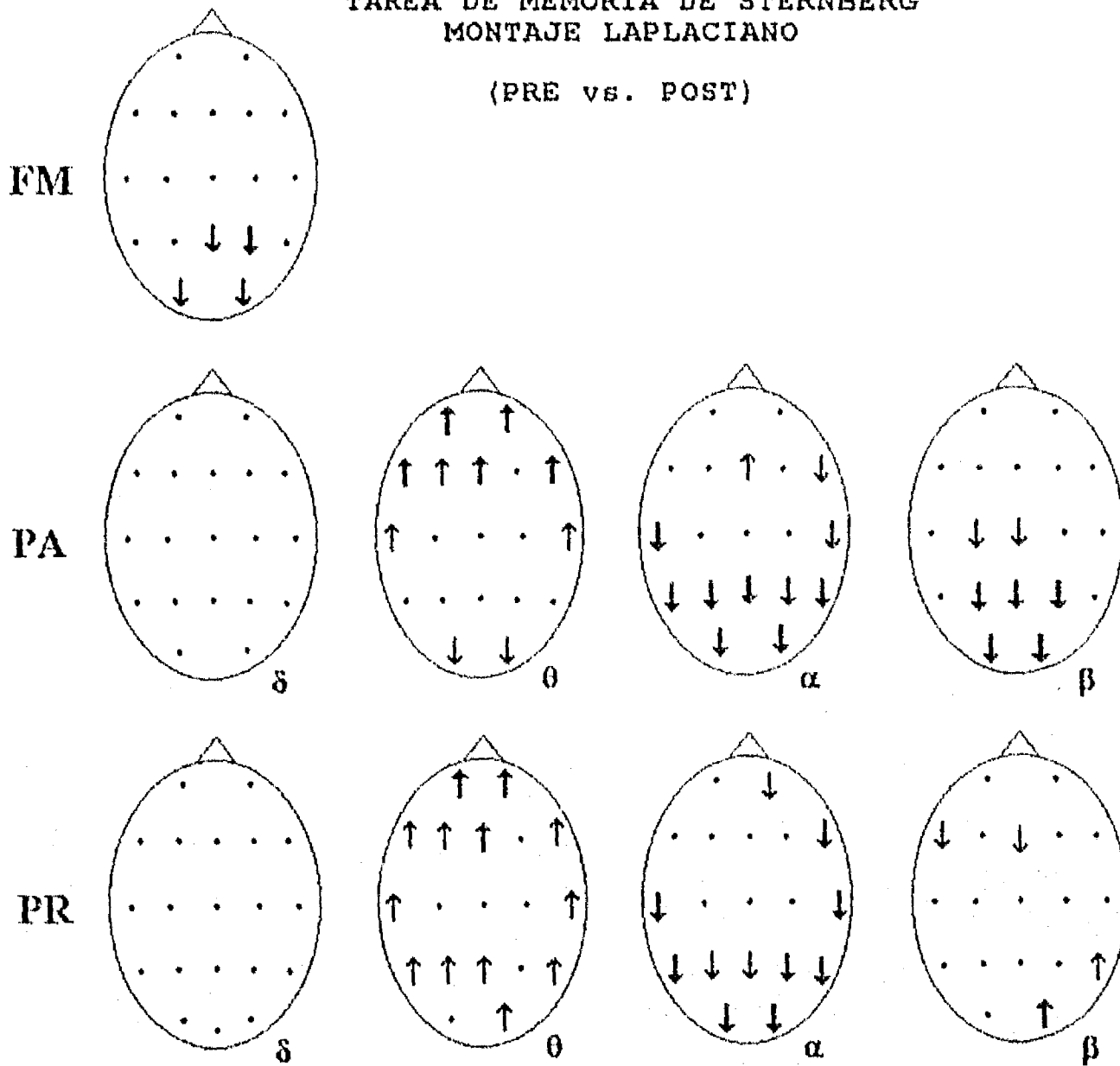
Tarea de Sternberg

Los resultados para cada banda usando la t de Student apareada se muestran en las figuras 2 y 3 para los montajes Lapla-

FIGURA 2

TAREA DE MEMORIA DE STERNBERG MONTAJE LAPLACIANO

(PRE vs. POST)



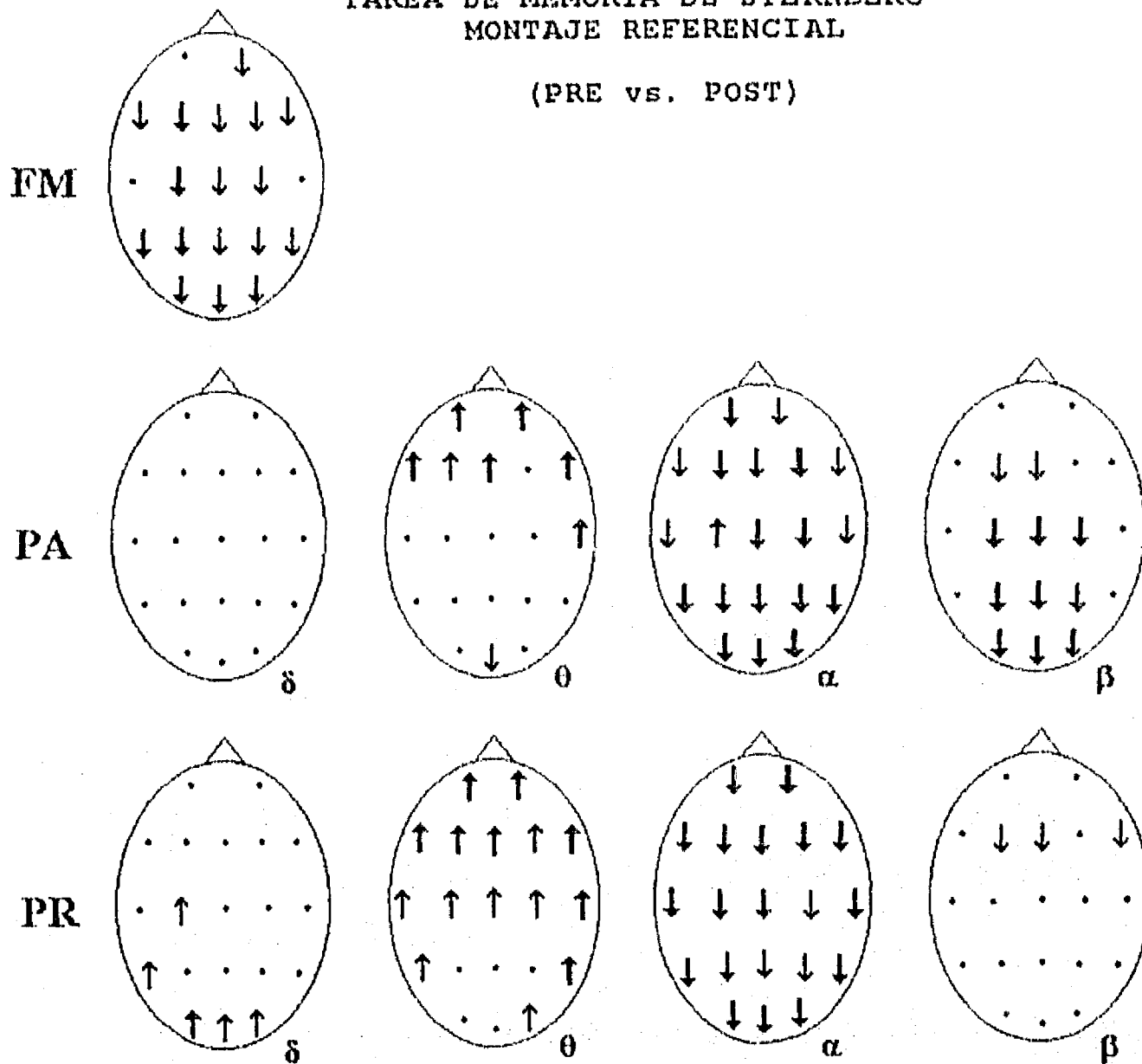
Resultados al aplicar la t apareada.

Las flechas hacia arriba indican que la FM, la PA y la PR aumentaron durante la realización de la tarea, en comparación con el período previo a la presentación del estímulo, mientras que las flechas hacia abajo indican que el valor de estas variables disminuyó mientras los sujetos realizaban la tarea. Las flechas más claras significan $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$.

FIGURA 3

TAREA DE MEMORIA DE STERNBERG MONTAJE REFERENCIAL

(PRE vs. POST)



Resultados al aplicar la *t* apareada.
Las flechas hacia arriba indican que la FM, la PA y la PR aumentaron durante la realización de la tarea, en comparación con el período previo a la presentación del estímulo, mientras que las flechas hacia abajo indican que el valor de estas variables disminuyó mientras los sujetos realizaban la tarea. Las flechas más claras significan $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$.

ciano y Referencial respectivamente. Llama la atención que hay más diferencias significativas al usar el montaje referencial que al usar el Laplaciano y que en ambos montajes hubo gran coincidencia en los valores que fueron significativos según la t apareada y según el Análisis de Permutaciones. Observamos una disminución de la FM durante la realización de la tarea, prácticamente generalizada en el montaje referencial y localizada en P4, O1, O2 y Pz en el Laplaciano. También se observó ausencia de cambios en la PA delta, aumento de la PA theta en regiones frontales y disminución en regiones occipitales, disminución de la PA alfa (generalizada en el montaje referencial y solamente en regiones posteriores en el Laplaciano) y disminución de la PA beta en derivaciones centrales, parietales y occipitales. La PR tuvo aproximadamente las mismas variaciones que la PA, excepto en la banda beta en que sólo hay una disminución en frontales (y un aumento en O2 y T6 en el Laplaciano) y de la banda delta en el montaje referencial en donde se observa un aumento de la PR delta en regiones posteriores.

Los resultados con el análisis de permutaciones (Tabla I) indicaron que en las frecuencias entre 3.90 Hz y 7.02 Hz en el montaje Laplaciano fue mayor la potencia en F7, Fz, Fp1 y T3 en los segmentos durante la realización de la tarea que en los segmentos previos a su presentación. En este mismo montaje se observó una disminución de la PA en las frecuencias de 7.02 a 12.48 Hz en O1, O2, P4, P3, T4, T6, T3, T5, Cz y Pz. Estos resultados indican que la frecuencia 7.02 Hz de las regiones anteriores se comporta como el resto de la actividad en la banda

theta, mientras que la misma frecuencia en las regiones posteriores se comporta como actividad alfa, sugiriendo que son producto de diferentes generadores. La PA disminuyó en las frecuencias de 14.04 a 19.5 en C4, C3, O1, P3, P4, Pz, F4.

TABLA I
COMPARACION ENTRE LOS SEGMENTOS "PRE" Y "POST"
ANALISIS MULTIVARIADO NO PARAMETRICO
TAREA DE STERNBERG (LAPLACIANO)*

	Pre< Post Frecuencia Derivaciones Hertz	Pre> Post Frecuencia Derivaciones Hertz
δ	3.90 F7	
θ	4.68 T6 5.46 Fz 6.24 F7, Fz 7.02 Fp1, T3, Fz	7.02 O1, Pz
α		7.80 P4, O1, O2 8.58 O1, O2 9.36 P3, O2, T4, T6, Cz 10.14 P3, P4, T3, T5 10.92 P3, O2, T4, Pz 11.70 O1, O2, T4 12.48 O1
β	14.04 Fz	14.04 Pz 14.82 C3, O1 16.38 F4, P3 17.16 O1 17.94 C3, P4 18.72 Pz 19.50 C4

* Las derivaciones escritas en negritas, $p < 0.0025$. Las demás, $p < 0.05$

Una diferencia con respecto a lo descrito en adultos fue la observación de que en los niños la frecuencia de 7.02 Hz aumentaba en las regiones frontales y temporales izquierdas junto con la restante actividad de la banda theta, mientras que disminuía en O1 y Pz, al igual que las restantes frecuencias en la banda alfa. Es conocido que en los niños el pico máximo del espectro en

regiones posteriores se va recorriendo a frecuencias mayores progresivamente, empezando con valores dentro de la banda theta (Alvarez y cols., 1990), lo cual podría explicar esta observación.

En el montaje referencial (Tabla II) la PA entre 3.9 y 6.24 Hz aumentó en Fp2, F8, Fp1, F3, Fz, y la potencia entre 7.02 y 7.8 Hz disminuyó en O1, O2, P3, P4, T6, Oz. De 9.36 a 10.92 Hz hubo una disminución de la PA de manera generalizada. De 14.82 a 19.5 disminuyó en C3, O1, P4, Pz, Oz, C4, P3.

TABLA II
COMPARACION ENTRE LOS SEGMENTOS "PRE" Y LOS "POST"
ANALISIS MULTIVARIADO NO PARAMETRICO
TAREA DE STERNBERG (VOLTAJE)

BANDA	Pre < Post Frecuencia Derivaciones Hertz	Pre > Post Frecuencia Derivaciones Hertz
δ	3.90 T4	
θ	4.68 Fp2, F8 5.46 Fp1, Fp2, F3, F8, Fz 6.24 Fz	7.02 O1, O2
α		7.80 P3, P4, O1, O2, T6, Oz 8.58 O1 9.36 Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4 P3, P4, O1, O2, F7, F8, T4, T5, T6, Fz, Cz, Oz 10.14 Fp1, F3, P3, P4, O1, F7, F8, T4, T5 10.92 Fp1, F3, P3, P4, O1, O2, T6, Cz, Pz, Oz 11.70 O1, O2
β		14.82 C3, O1 15.60 P4, O1, Pz, Oz 16.38 C4, O1, Oz 17.94 P4, O2, Oz 18.72 O2, Cz, Pz 19.50 P3, P4, O1, Pz, Oz

* Las derivaciones escritas en negritas, $p < 0.0025$. Las demás, $p < 0.05$

En la primera fila de las figuras 8 y 9 pueden verse las coincidencias entre las t apareadas y el análisis multivariado en la PA usando el montaje referencial y Laplaciano respectivamente. En ambos montajes se observa un incremento de la PA theta en regiones frontales, lateralizado a la izquierda en el Laplaciano. También se observa coincidencia en una disminución de la PA alfa (generalizada en el montaje referencial y localizada en derivaciones parietales, occipitales y temporales en el Laplaciano) y de la PA beta en C3, P3, P4, O1 y Pz en el Laplaciano y en regiones centrales, parietales y occipitales en el referencial. No se observaron cambios en la banda delta.

Tarea de Categorización Semántica de palabras

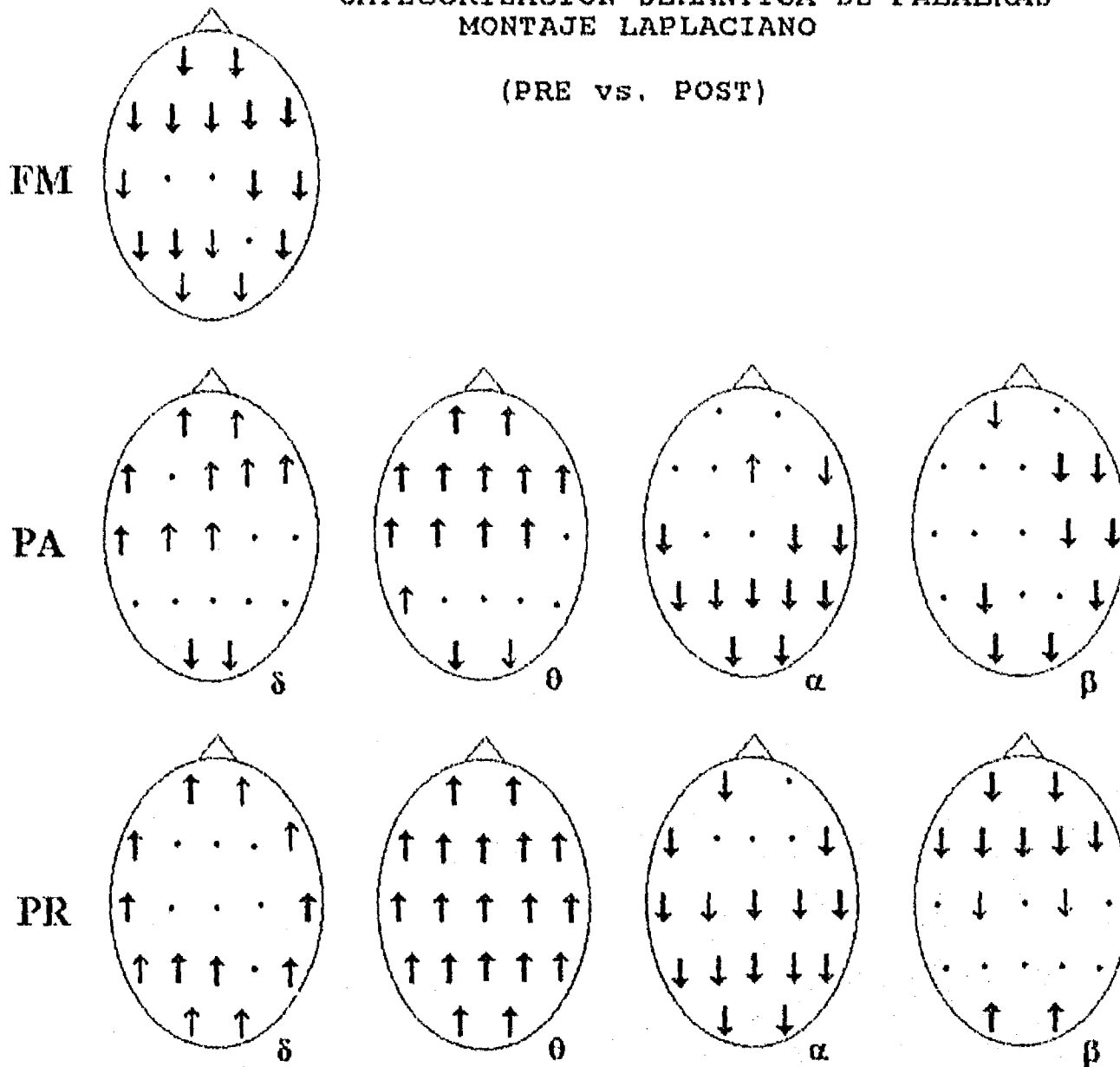
En las figuras 4 y 5 se muestran los cambios encontrados usando la t de Student en el montaje Laplaciano y en el referencial respectivamente. Aunque también hay coincidencia entre las derivaciones en las que hubo cambios significativos con ambos métodos estadísticos de análisis, ésta no es tan llamativa como en la tarea de Sternberg; hubo varias diferencias significativas al usar la t apareada que no se hicieron evidentes con el análisis de permutaciones. Se puede observar que la FM disminuyó de manera generalizada. La PA delta para el montaje referencial aumentó en la mitad anterior de la cabeza, mientras que en el Laplaciano destaca que el incremento más significativo en delta fue en Fp1, F7 y T3. También se observa que en las derivaciones occipitales disminuyó la PA en ambos montajes.

En relación a la banda theta, se observa también un aumento en derivaciones frontales, centrales y temporales. En las deriva-

FIGURA 4

CATEGORIZACION SEMANTICA DE PALABRAS
MONTAJE LAPLACIANO

(PRE vs. POST)



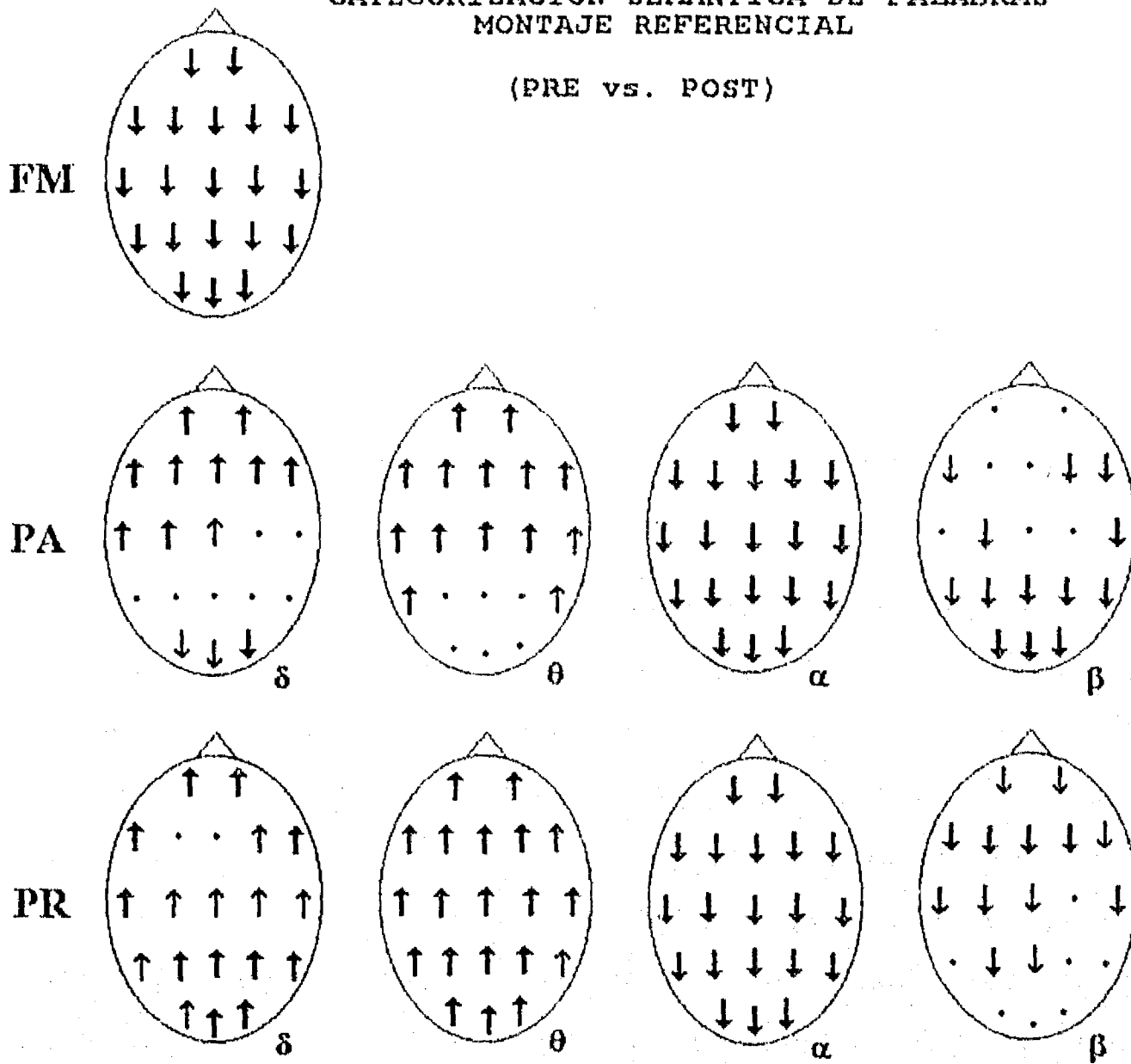
Resultados al aplicar la t apareada.

Las flechas hacia arriba indican que la FM, la PA y la PR aumentaron durante la realización de la tarea, en comparación con el período previo a la presentación del estímulo, mientras que las flechas hacia abajo indican que el valor de estas variables disminuyó mientras los sujetos realizaban la tarea. Las flechas más claras significan $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$.

FIGURA 5

CATEGORIZACION SEMANTICA DE PALABRAS MONTAJE REFERENCIAL

(PRE vs. POST)



Resultados al aplicar la t apareada.

Las flechas hacia arriba indican que la FM, la PA y la PR aumentaron durante la realización de la tarea, en comparación con el período previo a la presentación del estímulo, mientras que las flechas hacia abajo indican que el valor de estas variables disminuyó mientras los sujetos realizaban la tarea. Las flechas más claras significan $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$

ciones temporales, en ambos montajes se observa que los cambios fueron predominantemente en el hemisferio izquierdo. En esta banda, en el Laplaciano se observa también una disminución de la PA theta en derivaciones occipitales.

Los valores en la banda alfa disminuyeron de manera generalizada en el montaje referencial, y más específicamente en regiones posteriores en el Laplaciano. En la banda beta se observa también disminución de la PA, lateralizada al hemisferio derecho en ambos montajes, aunque es más evidente en el Laplaciano.

La PR delta aumentó todas las derivaciones excepto F3 y Fz en el montaje referencial y en todas las derivaciones coronales además de P3 y Pz en el Laplaciano; para ambos montajes hubo un incremento generalizado altamente significativo de la PR theta y una disminución también muy significativa de la PR alfa (generalizada en el montaje referencial, pero que prácticamente no incluye las derivaciones frontales en el Laplaciano). En la banda beta también disminuyó la PR excepto en O1 y O2 en el montaje Laplaciano, en donde aumentó; la disminución de la PR beta ocurrió principalmente en regiones frontales en el Laplaciano, llegando hasta parietales en el referencial.

El análisis multivariado en el Laplaciano (Tabla III) demostró un incremento de la PA de 1.56 a 3.90 Hz en Fz, Fp1 y Cz, y de 4.68 a 6.24 Hz en Fp1, Fp2, T3, T5, Cz y C3. La PA de 1.56 a 3.12 Hz disminuyó en O1 y O2. También disminuyó de 8.58 a 11.7 Hz en O1, O2, P3, P4, T4, T6 y Pz. De 14.04 a 17.16 Hz los

cambios fueron exclusivamente en P3, y de 17.94 a 19.5 Hz en C4 y Pz.

TABLA III
COMPARACION ENTRE LOS SEGMENTOS "PRE" Y LOS "POST"
ANALISIS MULTIVARIADO NO PARAMETRICO
TAREA DE CATEGORIZACION DE PALABRAS (LAPLACIANO)

BANDA	Pre < Post		Pre > Post	
	Frecuencia Hertz	Derivaciones	Frecuencia Hertz	Derivaciones
δ	1.56	Fp1	1.56	O1, O2
	2.34	Fz, Cz	2.34	O1, O2
	3.12	Cz	3.12	O1
	3.90	Cz		
θ	4.68	Fp1, Fp2, T3		
	5.46	T3, T5, Cz		
	6.24	C3		
α			8.58	O1, O2
			9.36	P3, P4, O1, O2, T4, T6
			10.14	P3, P4, O1, O2, T4, Pz
			10.92	P4, O1, O2, T4, T6, Pz
			11.70	O1, O2, T6
β			14.04	P3
			17.16	P3
			17.94	C4
			19.50	Pz

* Las derivaciones escritas en negritas, $p < 0.0025$. Las demás, $p < 0.05$

El análisis multivariado en el montaje referencial (Tabla IV) mostró que de 2.34 a 3.90 Hz los cambios más significativos fueron en Fp1, F7, T3, F3, Fz y Cz, aunque también se observaron cambios en otras derivaciones. De 4.68 a 6.24 Hz aumentó la PA con mayor significación en Fp1, F3, C4, P4, T3, T4, T6, Fz, F7, T5, C3. En este montaje sólo se observó disminución de las frecuencias en la banda delta en 2.56 Hz en O2, con poca significación. Disminuyó también la PA en 8.58 Hz en O1, O2, T5 y

T6, y prácticamente fue generalizada esta disminución en 9.36 Hz y en 10.14 Hz. De 10.92 a 19.5 Hz los cambios más significativos fueron en derivaciones occipitales, parietales y temporales posteriores.

TABLA IV
COMPARACION ENTRE LOS SEGMENTOS "PRE" Y "POST"
ANALISIS MULTIVARIADO NO PARAMETRICO
TAREA DE CATEGORIZACION DE PALABRAS (VOLTAJE)

BANDA	Pre < Post		Pre > Post	
	Frecuencia Hertz	Derivaciones	Frecuencia Hertz	Derivaciones
δ	1.56	F8	1.56	O2
	2.34	Fp1, Fp2		
	3.12	Fp2, C3, F7, F8, T3, Fz, Cz		
	3.90	Fp1, Fp2, F3, F7, T3, Fz, Cz		
θ	4.68	Fp1, Fp2, F3, C3, C4, P4, T3, T4, T6, Fz		
	5.46	Fp1, F3, F7, T5, T6, Fz		
	6.24	F3, C3, F7, T3		
α			8.58	O1, O2, T5, T6
			9.36	Fp1, F3, C3, P3, P4, O1, O2, F7, T3, T5, T6
			10.14	Fp1, Fp2, F3, F4, C4, P3 P4, O1, O2, F7, F8, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz, Oz.
			10.92	Fp2, P3, P4, O1, O2, T6, Cz, Pz
			11.7	F3, P4, O1, O2, T6, Oz
			12.48	O1, O2
β			13.26	O1, O2, T6
			14.04	O1, O2
			14.82	P3, O1, T6
			15.60	O1, O2, Oz
			16.38	O2, T6
			17.16	P3, O1, O2
			17.94	P3, O1, O2, T4, T6 Pz, Oz
			18.72	O2, Oz
			19.50	P3, P4, O1, O2, Pz, Oz

* Las derivaciones escritas en negritas, $p < 0.0025$. Las demás, $p < 0.05$

Al analizar la coincidencia entre las t y el análisis multivariado (figuras 8 y 9), en el montaje referencial se observa un aumento de la PA delta en regiones frontales y temporal izquierda y una disminución en O2; mientras que en el Laplaciano sólo existe coincidencia en el aumento de la PA delta en Fp1, Fz y Cz y en la disminución en O1 y O2. En la banda theta aumentó la PA en regiones frontales, centrales y temporales, siendo este incremento más lateralizado al hemisferio izquierdo en el montaje Laplaciano. En la banda alfa, en el montaje referencial existió coincidencia en una disminución generalizada, mientras que en el Laplaciano esta disminución se observó en regiones posteriores con predominio derecho. En la banda beta se observó disminución en regiones posteriores con predominio derecho en el referencial, y en el Laplaciano sólo hubo coincidencia en C4 y P3.

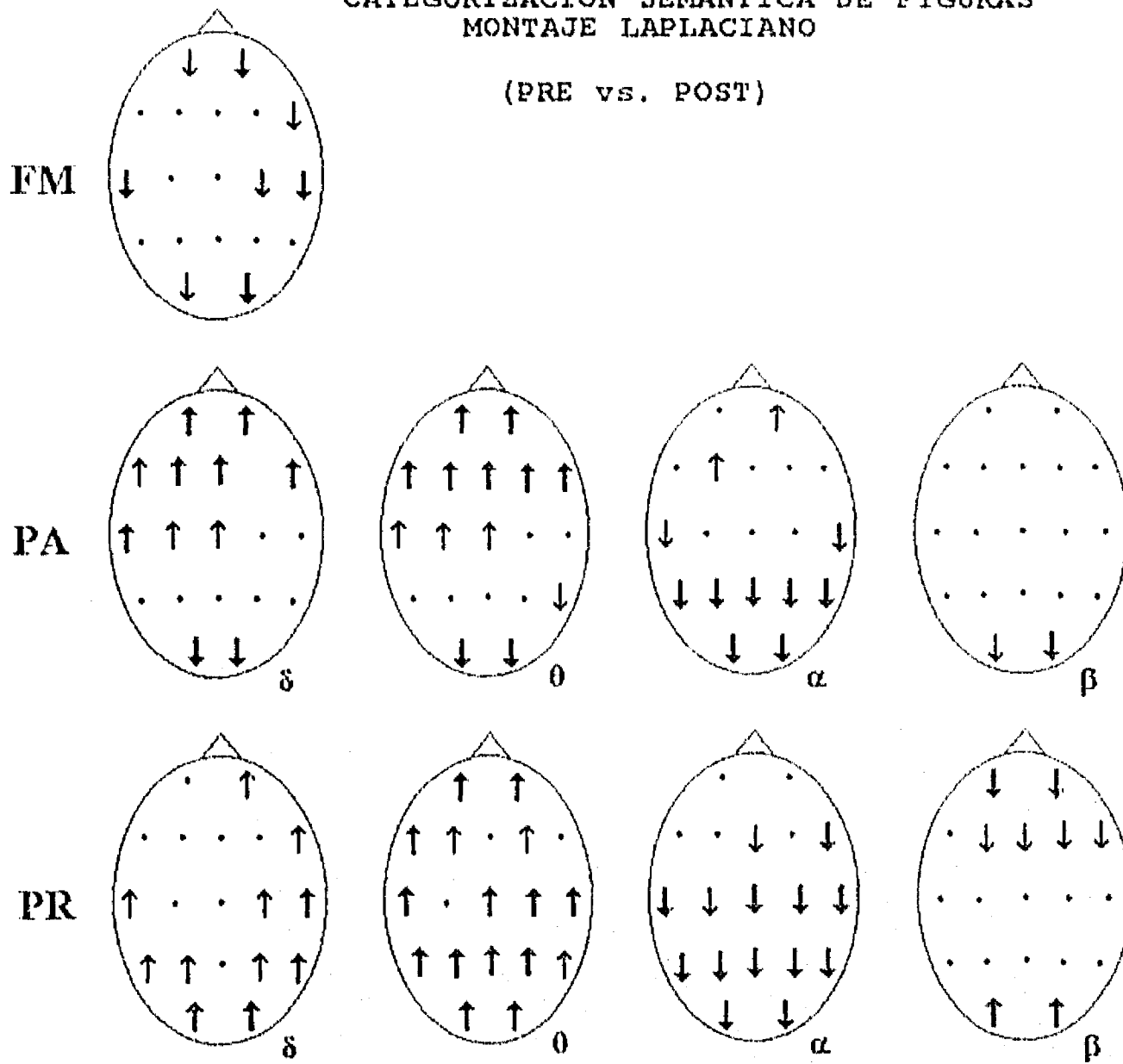
Tarea de Categorización Semántica de figuras

En las figuras 6 y 7 se muestran los cambios que se observaron al utilizar la t de Student para comparar los segmentos de EEG durante la realización de esta tarea con los segmentos previos a su presentación. Aquí también es evidente el mayor número de cambios significativos en el montaje referencial que en el Laplaciano. La FM disminuyó durante la tarea, de manera generalizada en el montaje referencial y en las derivaciones Fp1, Fp2, C4, O1, O2, F8, T3 y T4 cuando se usó el Laplaciano. La PA delta aumentó en la mitad anterior de la cabeza, al igual que la PA theta, llegando hasta parietales en el montaje referencial, con una lateralización izquierda de la PA delta en el Laplaciano. En la banda alfa, hubo disminución de la PA en regiones

FIGURA 6

CATEGORIZACION SEMANTICA DE FIGURAS MONTAJE LAPLACIANO

(PRE vs. POST)

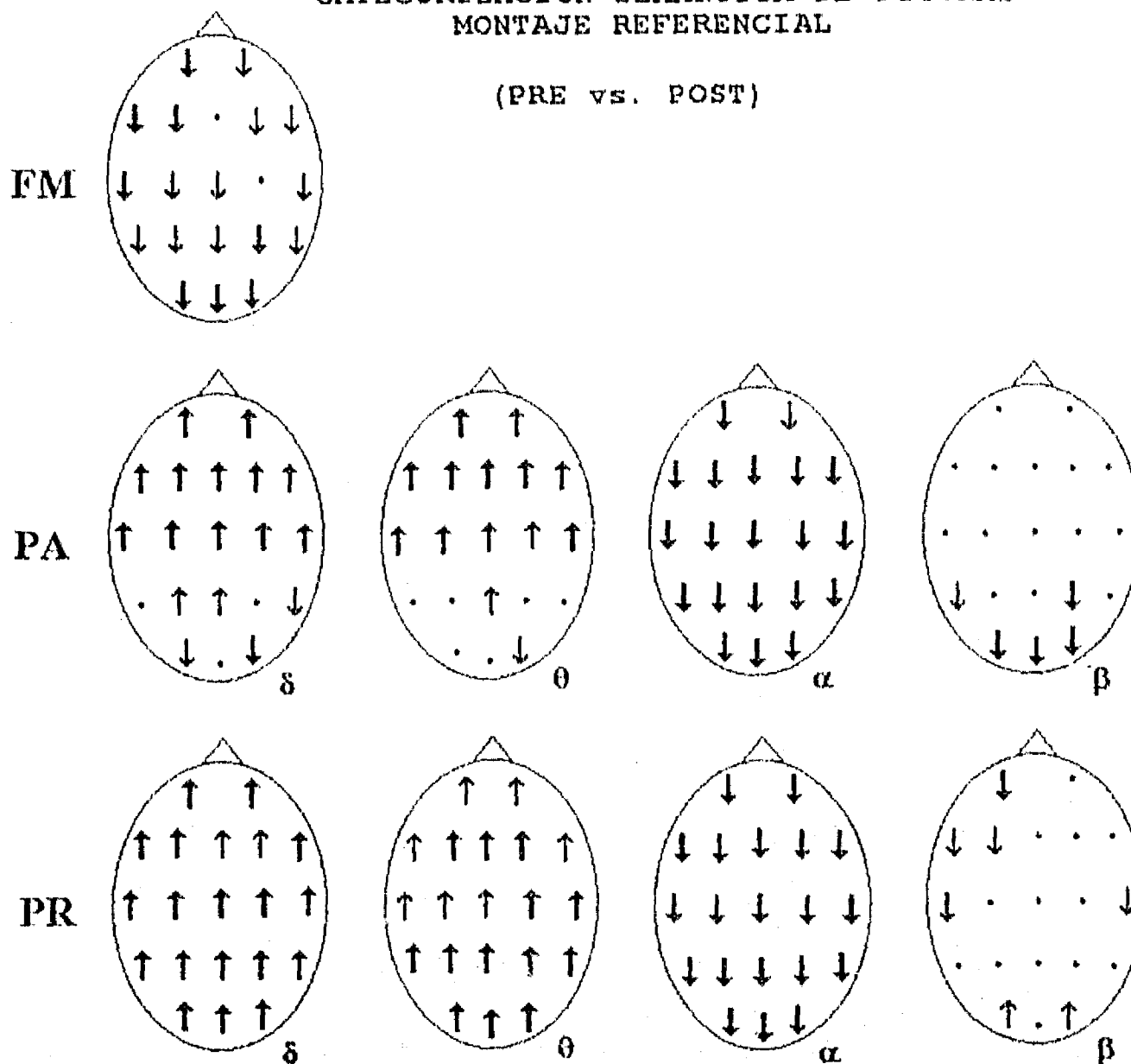


Resultados al aplicar la t apareada.

Las flechas hacia arriba indican que la FM, la PA y la PR aumentaron durante la realización de la tarea, en comparación con el período previo a la presentación del estímulo, mientras que las flechas hacia abajo indican que el valor de estas variables disminuyó mientras los sujetos realizaban la tarea. Las flechas más claras significan $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$.

FIGURA 7
 CATEGORIZACION SEMANTICA DE FIGURAS
 MONTAJE REFERENCIAL

(PRE vs. POST)



Resultados al aplicar la t apareada.
 Las flechas hacia arriba indican que la FM, la PA y la PR aumentaron durante la realización de la tarea, en comparación con el período previo a la presentación del estímulo, mientras que las flechas hacia abajo indican que el valor de estas variables disminuyó mientras los sujetos realizaban la tarea. Las flechas más claras significan $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$

posteriores en el montaje Laplaciano y en toda la cabeza en el referencial. En regiones occipitales disminuyó la PA en todas las bandas.

En el montaje referencial, en todas las derivaciones aumentó la PR delta y theta y disminuyó la PR alfa; mientras que en el Laplaciano esto no fue tan evidente para regiones frontales, aunque en la banda theta incluyó con una alta significancia a Fp1, Fp2 y F7 además de T3, T4, T5, C4, P3, P4, O1, O2, Cz y Pz. La PR beta disminuyó en regiones anteriores y aumentó en occipitales en ambos montajes.

El análisis multivariado en el montaje Laplaciano (Tabla V) indica un aumento de la PA entre 1.56 y 7.8 Hz en Fp1, Fp2, F3, F4, Fz, Cz, T3, F7 y F8, y entre 8.58 y 12.48 Hz en Fp1, Fp2, Fz y F3. El aumento en estas últimas regiones también se observa en las frecuencias 14.04 Hz, 14.82 Hz, 17.16 Hz y 18.72 Hz. La PA disminuyó entre 2.34 y 3.12 Hz en O1 y O2, entre 7.02 y 11.7 Hz en O1, O2, T6, P3, P4, T5, y Pz, y entre 12.48 y 19.5 Hz solamente en O2.

Al usar el análisis multivariado, se observa que en el montaje referencial los cambios abarcan mayor número de derivaciones, por ejemplo: en las frecuencias de 9.36 a 10.92 Hz la disminución de la PA se presenta en toda la cabeza (Tabla VI).

TABLA V
 COMPARACION ENTRE LOS SEGMENTOS "PRE" Y "POST"
 ANALISIS MULTIVARIADO NO PARAMETRICO
 TAREA DE CATEGORIZACION DE FIGURAS (LAPLACIANO)

BANDA	Pre < Post		Pre > Post	
	Frecuencia Hertz	Derivaciones	Frecuencia Hertz	Derivaciones
δ	1.56	Fp1, Fp2, T3, Fz	2.34 3.12	O1, O2 O1, O2
	2.34	Fp1, Fp2, C3, Fz		
	3.12	Fp1, Fp2, Fz		
	3.90	Fp1, Fp2, F3, Cz		
θ	4.68	Fp2, F3, F4, Fz, Cz	7.02	O2
	5.46	Fp1, Fp2, F3, F4, F7, Cz		
	6.24	Fp1, Fp2, F4, C3, Cz, Pz		
	7.02	Fp1, Fp2, F4, F8, Fz		
α	7.80	Fp2, F8	7.80	O1, O2, T6
	8.58	Fp1, Fp2, Fz	8.58	O1, O2, T6
	9.36	F3, Fz	9.36	P3, P4, O1, O2, T5, T6
			10.14	P3, P4, T3, T5
			10.92	P3, O2, T4, Pz
	11.7	Fp1, Fp2	11.70	O1, O2
12.48	F3	12.48	O2	
β	14.04	Fp1, F3	14.82 15.60 16.38 17.16 17.94 19.50	O2 O2 O2 O2 O2 O2
	14.82	Fp2		
	17.16	F3		
	18.72	Fp1, Fz		

* Las derivaciones escritas en negritas, $p < 0.0025$. Las demás, $p < 0.05$

TABLA VI
 COMPARACION ENTRE LOS SEGMENTOS "PRE" Y "POST"
 ANALISIS MULTIVARIADO NO PARAMETRICO
 TAREA DE CATEGORIZACION DE FIGURAS (VOLTAJE)

BANDA	Pre < Post		Pre > Post	
	Frecuencia Hertz	Derivaciones	Frecuencia Hertz	Derivaciones
δ	1.56	Fp1, Fp2, F3, T3, Cz		
	2.34	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P4, F7, T3, T4, Fz, Cz, Pz		
	3.12	Fp1, Fp2, F3, F4, C4, P4, F7, F8, T3, T4, Fz		
	3.90	Fp1, Fp2, F3, F7, F8, Fz		
θ	4.68	Fp2, F3, F4, F8, T4, Fz		
	5.46	Fp1, F3, F4, T4, Fz		
	6.24	Fp1, Fp2, F3, C3		
	7.02	Fp1, Fp2, Fz		
α	7.80	Fz	8.58	C3, P4, O1, O2, T5, T6, Pz
			9.36	F3, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz, Oz
			10.14	Fp1, Fp2, F3, F4, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T5, T6, Fz, Cz, Pz, Oz
			10.92	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T5, T6, Fz, Cz, Pz, Oz
			11.70	O1, O2, T5, T6, Oz
			12.48	O1, O2
β	13.26	Fp1	14.04	O1, T5
	14.04	Fp1, Fp2	15.60	O2
			16.38	O1, O2
	17.16	Fp1, Fp2	17.16	P4, O1, O2, Oz
			18.72	O1
			19.50	O1, O2, T5, Oz

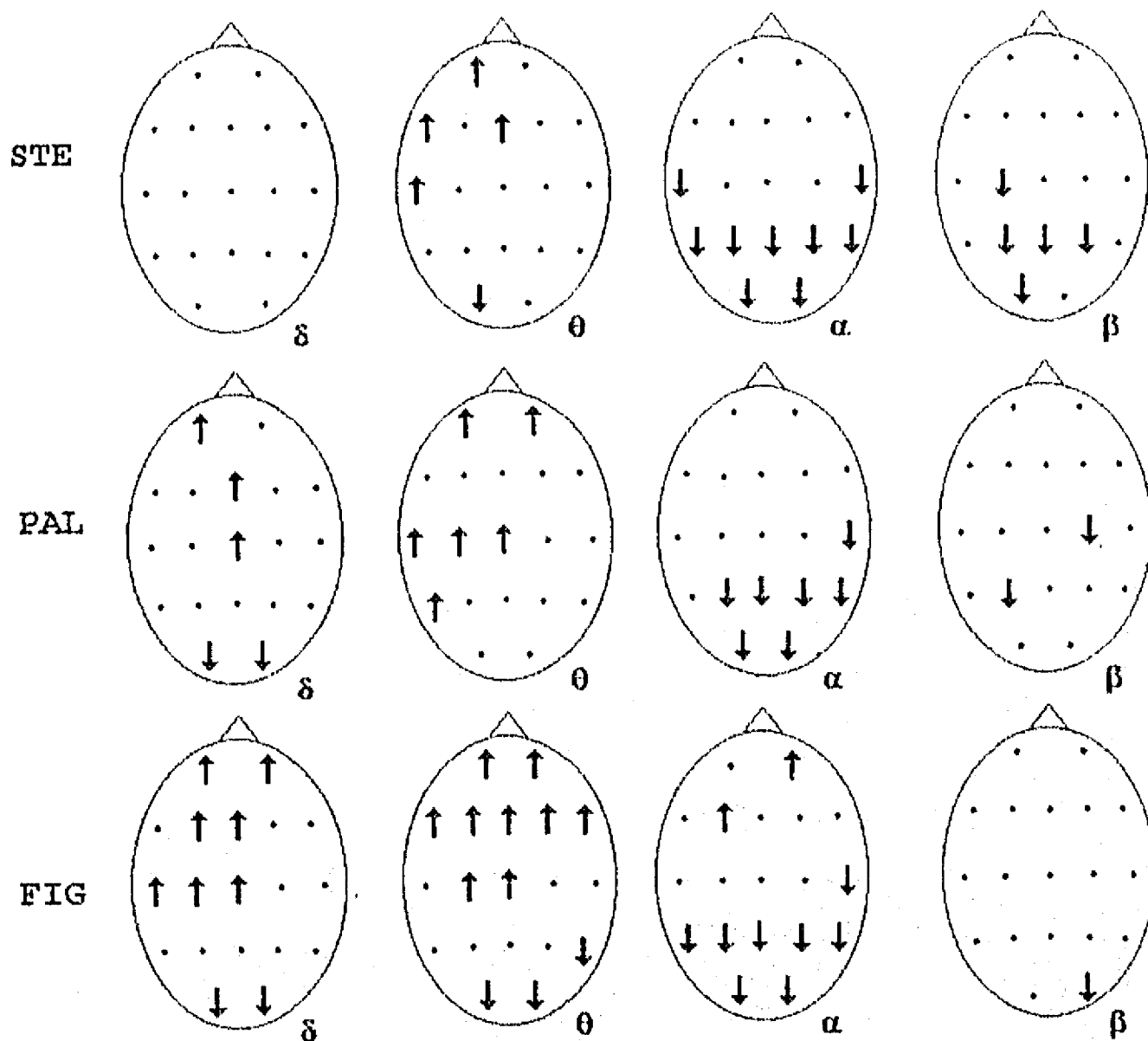
* Las derivaciones escritas en negritas, $p < 0.0025$. Las demás, $p < 0.05$

Al analizar las coincidencias entre las t apareadas y los análisis multivariados (figuras 8 y 9), encontramos: aumento de

la PA delta en la mitad anterior de la cabeza en el referencial, y en Fp1, Fp2, F3, C3, T3, Fz y Cz en el Laplaciano, así como disminución de la PA delta en O1 y O2. La PA theta aumentó en las regiones anteriores en ambos montajes, con un ligero predominio en el hemisferio derecho en el referencial e izquierdo en el Laplaciano. La PA alfa disminuyó en toda la cabeza en el referencial, y en el Laplaciano solamente en regiones posteriores. Sin embargo, la PA aumentó en Fp2 y en F3. La PA beta en el montaje referencial disminuyó en regiones posteriores y en el Laplaciano sólo en O2.

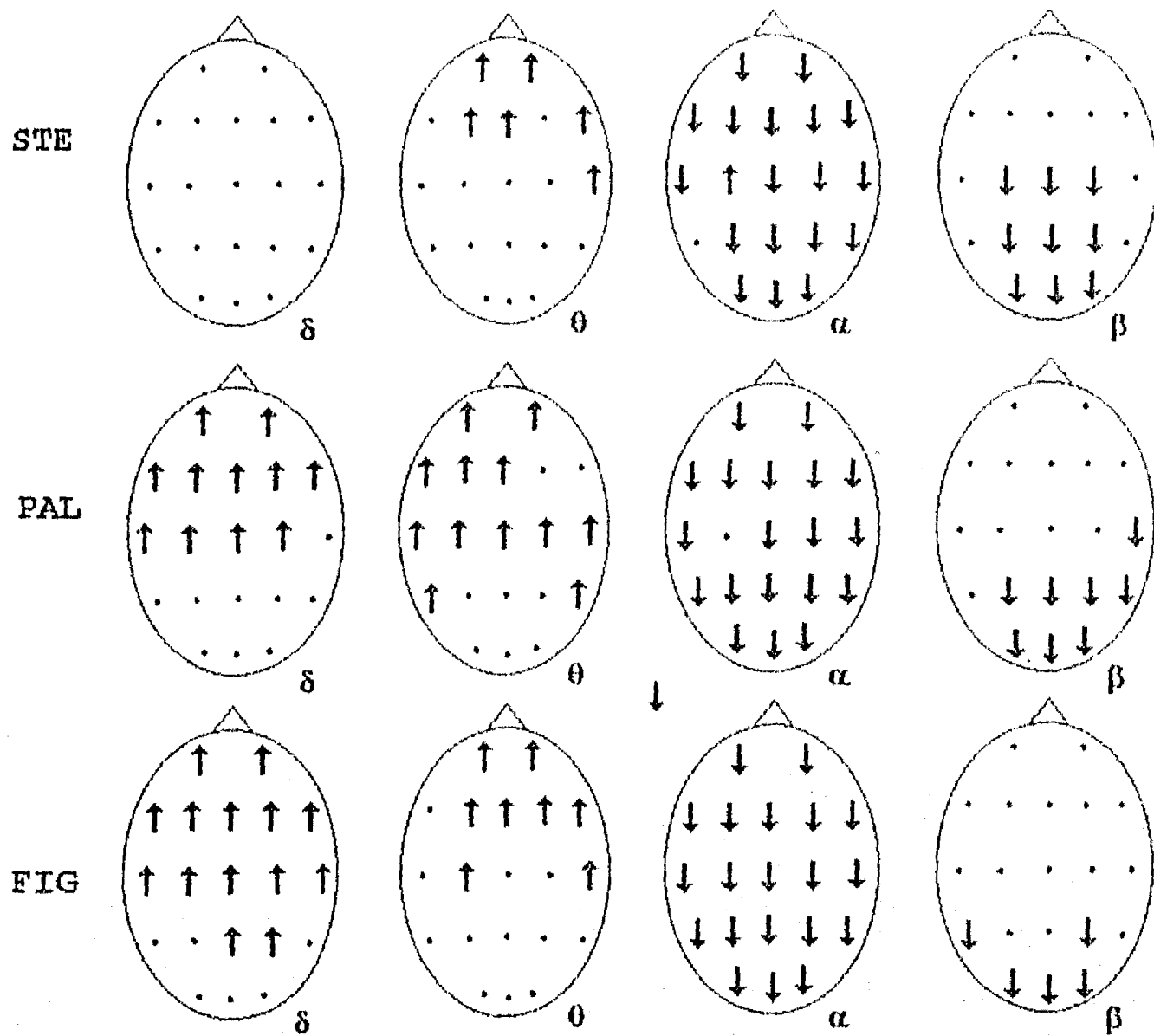
En esta tarea se observó lateralización izquierda en el incremento de la banda delta y menos marcada en theta en regiones anteriores sólo en el montaje Laplaciano. La disminución de la PA en O1 y O2 en todas las bandas fue muy similar a la observada en la tarea de palabras, al igual que la disminución de alfa en regiones posteriores. Sin embargo, algo muy particular de esta tarea fue el incremento de la PA alfa en Fp2 y F3.

FIGURA 8
 PRE vs. POST
 MONTAJE LAPLACIANO



Resultados de los valores significativos coincidentes de la PA al aplicar la *t* apareada y el Análisis Multivariado No-Paramétrico de Permutaciones. Cada fila representa una de las tareas analizadas: Tarea de memoria de trabajo verbal (STE), Tarea de categorización semántica de palabras (PAL) o Tarea de categorización semántica de figuras (FIG). Cada columna representa una de las bandas de frecuencia: delta (δ), theta (θ), alfa (α) o beta (β). Las flechas hacia arriba indican que los valores de la PA aumentaron durante la realización de la tarea, en comparación con el período previo a la presentación del estímulo; mientras que las flechas hacia abajo indican que los valores de la PA disminuyeron mientras los sujetos realizaban la tarea.

FIGURA 9
PRE vs. POST
MONTAJE REFERENCIAL



Resultados de los valores significativos coincidentes de la PA al aplicar la t apareada y el Análisis Multivariado No-Paramétrico de Permutaciones. Cada fila representa una de las tareas analizadas: Tarea de memoria de trabajo verbal (STE), Tarea de categorización semántica de palabras (PAL) o Tarea de categorización semántica de figuras (FIG). Cada columna representa una de las bandas de frecuencia: delta (δ), theta (θ), alfa (α) o beta (β). Las flechas hacia arriba indican que los valores de la PA aumentaron durante la realización de la tarea, en comparación con el período previo a la presentación del estímulo; mientras que las flechas hacia abajo indican que los valores de la PA disminuyeron mientras los sujetos realizaban la tarea.

IV.II.- COMPARACION DEL EEG PREVIO AL ESTIMULO CUANDO LA RESPUESTA FUE CORRECTA Y CUANDO FUE INCORRECTA

En cada una de las tareas, la comparación del EEG que precedía al estímulo cuando las respuestas fueron correctas con el EEG que precedía al estímulo cuando las respuestas fueron incorrectas se realizó utilizando dos procedimientos estadísticos diferentes:

1.- t apareada para cada una de las variables electroencefalográficas incluidas en el estudio en cada una de las derivaciones (19 en el Montaje Laplaciano y 20 en el Referencial) y

2.- Método Multivariado No-Paramétrico de Permutaciones (Galán y cols., 1993)

El número de sujetos que se incluyó en cada tarea dependió de que fuera posible seleccionar más de 5 segmentos de EEG libres de artefactos previos al estímulo tanto en el caso de respuestas correctas como en el de respuestas incorrectas. En la tarea de categorización semántica con presentación de figuras, fue muy pequeño el número de respuestas incorrectas en la mayoría de los sujetos, y esto ocasionó que pudiéramos seleccionar más de 5 segmentos pre-estímulo sólo en 13 sujetos de los 47 registrados. Por este motivo esta tarea no será incluida en el análisis y sólo analizaremos la relación entre la ejecución y el EEG previo a la presentación del estímulo en las tareas de Sternberg, de atención sostenida (CPT) y de categorización semántica de palabras.

A continuación presentamos para cada tarea los resultados derivados de esta comparación y algunos resultados conductuales en estas tareas efectuados para determinar si la relación que

pudiera establecerse entre la frecuencia del EEG y el hecho de que la respuesta fuera incorrecta estaba modulada por el nivel de alertamiento del sujeto.

Tarea de atención sostenida

En las figuras 10 y 11 se muestran los resultados de la t apareada en los montajes referencial y Laplaciano respectivamente. La FM es menor si precede a respuestas incorrectas que a respuestas correctas en Fp1, Fp2, F7, F8, C3, C4, P3, P4, O1, O2, Cz, Pz y Oz si se usa el montaje referencial; sin embargo en el montaje Laplaciano no hay consistencia, pues en este mismo sentido se observan diferencias en T5, pero en P4 hay diferencias significativas en sentido inverso.

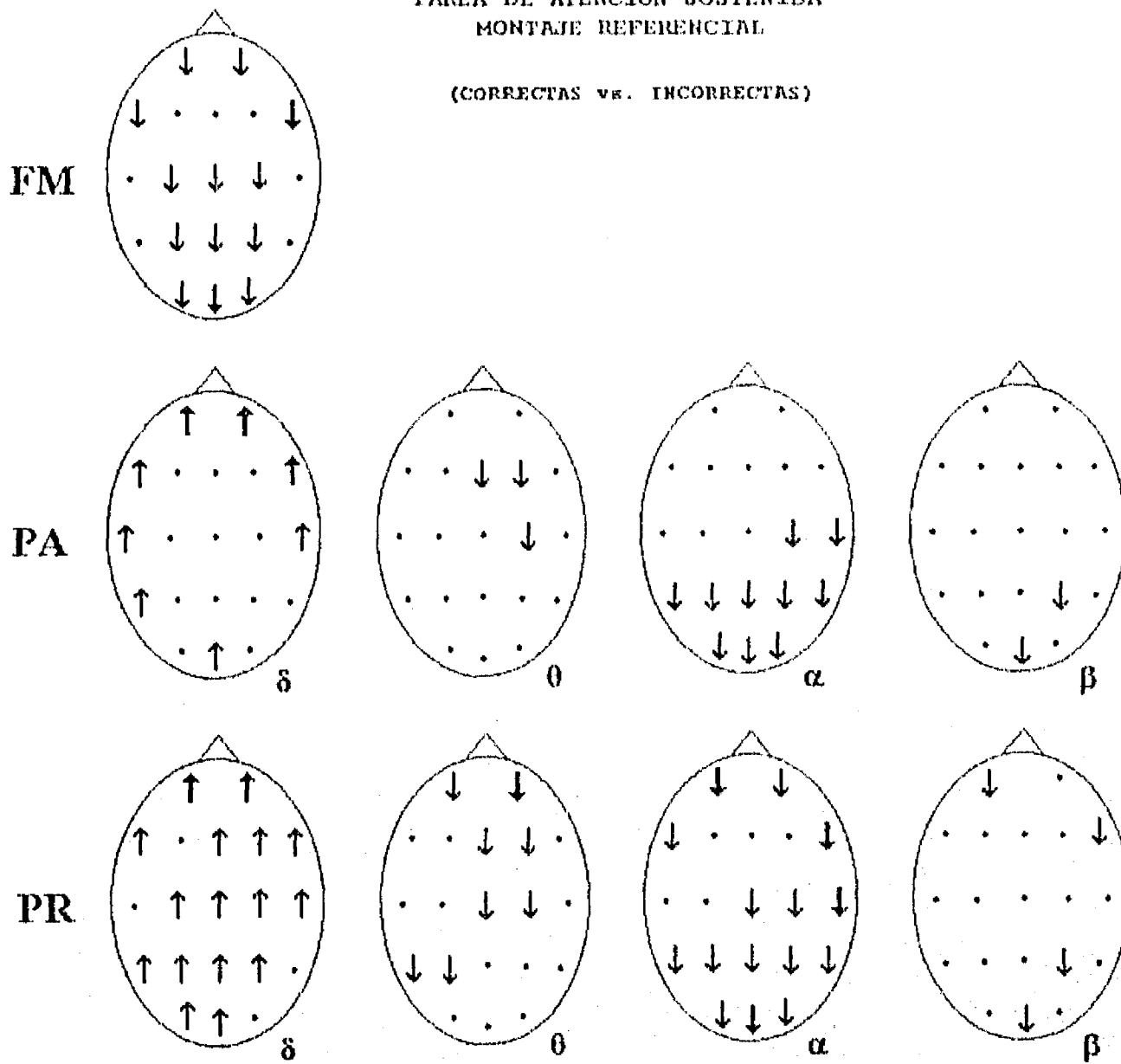
Si precede a respuestas incorrectas, la PA delta es mayor en regiones frontales, con mayor significación en el montaje referencial; la PA theta es menor en P3, T5 y O1 según el montaje Laplaciano y en región frontocentral derecha según el referencial. También la PA alfa es menor en regiones posteriores si precede a respuestas incorrectas, principalmente en el montaje referencial, y la PA beta prácticamente no presenta diferencias aunque en el montaje referencial es menor en Oz y P4.

En el análisis multivariado (Tabla VII) se observó que en los segmentos que precedían a las respuestas incorrectas había mayor PA delta en regiones frontales (al igual que en la t apareada), mayor actividad theta en región frontal derecha en la frecuencia de 5.46 Hz y menor actividad alfa: en Fz según el

FIGURA 10

TAREA DE ATENCION SOSTENIDA
MONTAJE REFERENCIAL

(CORRECTAS vs. INCORRECTAS)

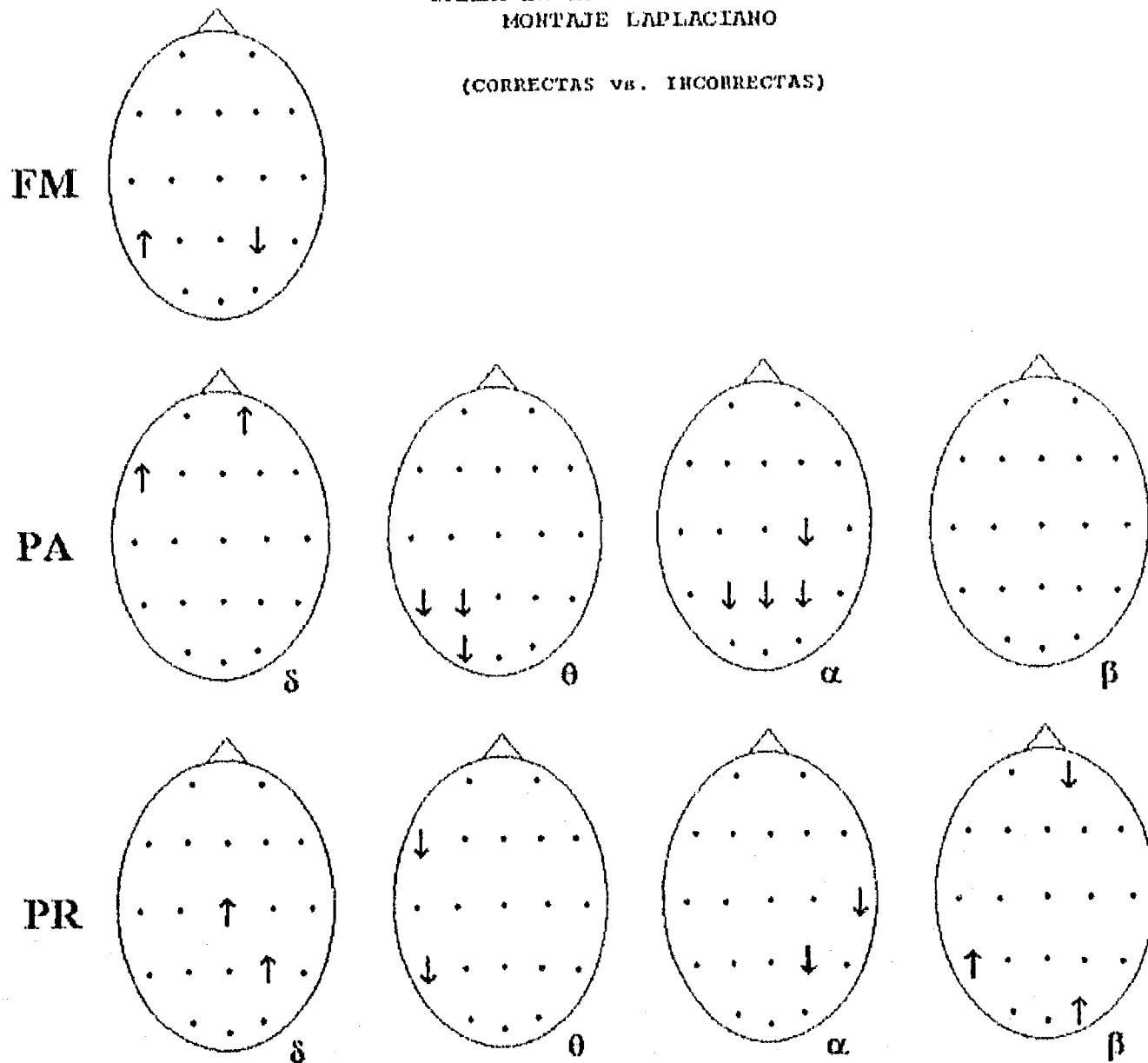


En esta gráfica se muestran los resultados significativos al usar t apareada. Las flechas más claras significan que $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$. Las flechas hacia arriba indican que los valores de FM, PA o PR eran mayores si correspondían a segmentos previos a respuestas incorrectas; por el contrario, las flechas hacia abajo indican que los valores de estas variables eran menores cuando precedían a respuestas incorrectas.

FIGURA 11

TAREA DE ATENCION SOSTENIDA
MONTAJE LAPLACIANO

(CORRECTAS vs. INCORRECTAS)



En esta gráfica se muestran los resultados significativos al usar t apareada. Las flechas más claras significan que $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$. Las flechas hacia arriba indican que los valores de FM, PA o PR eran mayores si correspondían a segmentos previos a respuestas incorrectas; por el contrario, las flechas hacia abajo indican que los valores de estas variables eran menores cuando precedían a respuestas incorrectas.

TABLA VII
 DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DEL ANALISIS MULTIVARIADO ENTRE
 EL EEG PREVIO A RESPUESTAS CORRECTAS Y EL EEG PREVIO A INCORRECTAS *

TAREA	BANDA	MONTAJE REFERENCIAL		MONTAJE LAPLACIANO	
		CORR<INC	CORR>INC	CORR<INC	CORR>INC
CPT	δ	1.56 Hz Fp1 Fp2 F7 F8 3.12 Hz C4		2.34 Hz Fp2 P4 F7	
	θ	5.46 Hz F8 T4		5.46 Hz F4	
	α		7.80 Hz P4 T5 T6		10.14 Hz F2
	β	15.60 Hz T4	14.82 Hz T6		17.94 Hz F8
STE	α		8.58 Hz F7 9.36 Hz Fp1 Fp2 F4		7.80 Hz F3
	β		18.72 Hz F2 19.50 Hz F3		
PLB	δ				2.34 Hz O2
	θ				6.24 Hz O2 T5
	α		7.80 Hz F7 8.58 Hz F3 9.36 Hz O1 T5 10.92 Hz T3		10.14 Hz C3 10.92 Hz P4
	β				13.26 Hz P3 F7 15.60 Hz T6 17.94 Hz T5 18.72 Hz P4

* Diferencias significativas entre la PA del EEG previo al estímulo cuando la respuesta fue correcta y la PA del EEG previo al estímulo cuando la respuesta fue incorrecta, obtenidas a partir del Análisis Multivariado No-Paramétrico de Permutaciones. Para cada montaje se diferencian 2 columnas: una en la que se escriben las derivaciones en las frecuencias en que la variable diferencia fue negativa (CORR<INC) y otra en la que fue positiva (CORR>INC).

montaje Laplaciano y en T5, T6 y P4 según el referencial. En las frecuencias correspondientes a la banda beta hay mucha inconsistencia, pues en el Laplaciano es menor la PA previa a las respuestas incorrectas en F8 y en el referencial es menor en T6 y mayor en T4.

Al analizar las coincidencias entre las t apareadas y el análisis de Permutaciones, en el montaje referencial (figura 16) se observó que las respuestas incorrectas estaban precedidas por una mayor PA delta en las derivaciones Fp1, Fp2, F7 y F8 y una menor PA alfa en P4, T5 y T6 que las respuestas correctas. Prácticamente no encontramos coincidencias cuando se usó el montaje Laplaciano (figura 17) en el cual se observó una mayor PA delta en Fp2 y F7 previa a respuestas incorrectas.

Presentamos también los resultados conductuales que nos podían dar información sobre si se mantenía o no el mismo nivel de alertamiento a lo largo de toda la tarea, si los errores consistían más en incorrecciones que en omisiones, así como si había alguna relación entre el TR y el hecho de que la respuesta fuera o no correcta (Tabla VIII):

1) al comparar el número de omisiones (ausencia de respuesta) con el número de fallos (respuestas inadecuadas) en toda la tarea usando una t apareada, no hubo diferencias significativas.

2) al comparar el Tiempo de Reacción (TR) cuando la respuesta fue correcta con el TR cuando la respuesta fue incorrecta, se encontró que el TR promedio en las respuestas correctas era mayor que el TR promedio en las respuestas incorrectas ($p=0.0001$).

3) al comparar el número de errores en los primeros 50

ensayos con el número de errores en los últimos 50 ensayos, no se encontraron diferencias significativas.

4) al comparar el TR en los primeros 50 ensayos con el TR en los últimos 50 ensayos, se observó que el TR promedio de los últimos ensayos era menor ($p=0.0004$).

TABLA VIII
RESULTADOS CONDUCTUALES EN LAS TAREAS *

TAREA	DIFOMI	DIFCvsI	DIFINC	DIFTR
CPT	x = -0.34 p=0.9209	x = 86.50 p=0.0001 ***	x = -0.25 p=0.7616	x = -36.53 p=0.0004 ***
STERNBERG	x = -7.84 p=0.0035 **	x = -82.03 p=0.0047 **	x = 0.47 p = 0.6667	x = -26.34 p=0.4914
PALABRAS	x = -7.17 p=0.0001 ***	x = -67.57 p=0.2179	x = -1.26 p = 0.1009	x = 116.43 p=0.0225 *

* En las columnas se encuentran las variables diferencia: DIFOMI=omisión-fallo, DIFCvsI=TRcorr-TRinc, DIFINC=INCfinal-INCinicio, DIFTR=TRfinal-TRinicio. En cada celda se indica el valor de la media y la probabilidad de rechazar la hipótesis nula en la t apareada.

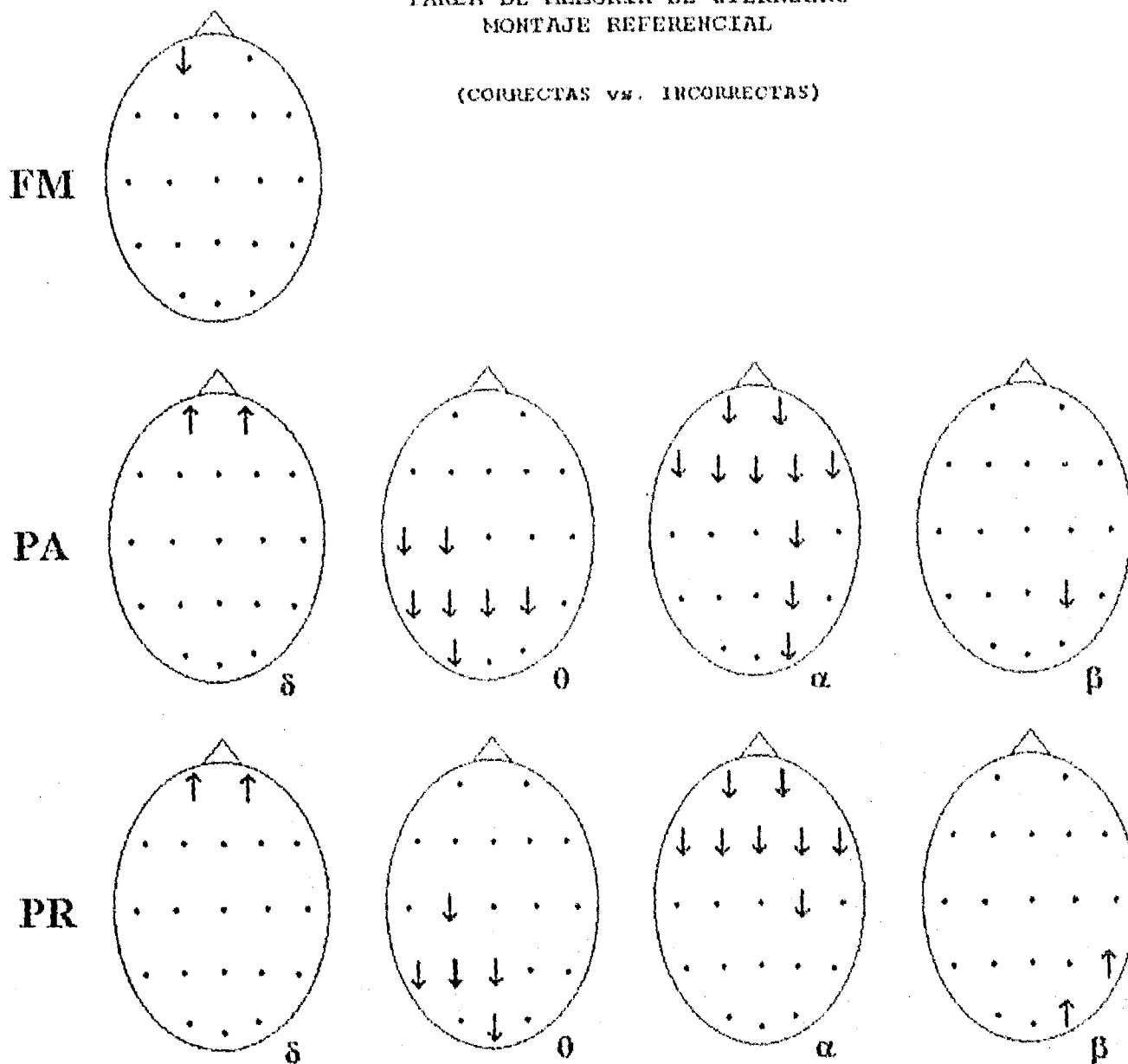
Tarea de Sternberg

En las figuras 12 y 13 se muestran los resultados de la t apareada en los montajes referencial y Laplaciano respectivamente. Comparando la actividad electroencefalográfica previa a la presentación del estímulo (conjunto a recordar) cuando la respuesta fue correcta con la actividad previa al estímulo cuando la respuesta fue incorrecta, encontramos que la FM solamente en el montaje referencial y en la derivación Fp1 resultó significativamente menor si precedía a respuestas incorrectas.

FIGURA 12

TAREA DE MEMORIA DE STERNBERG
MONTAJE REFERENCIAL

(CORRECTAS vs. INCORRECTAS)

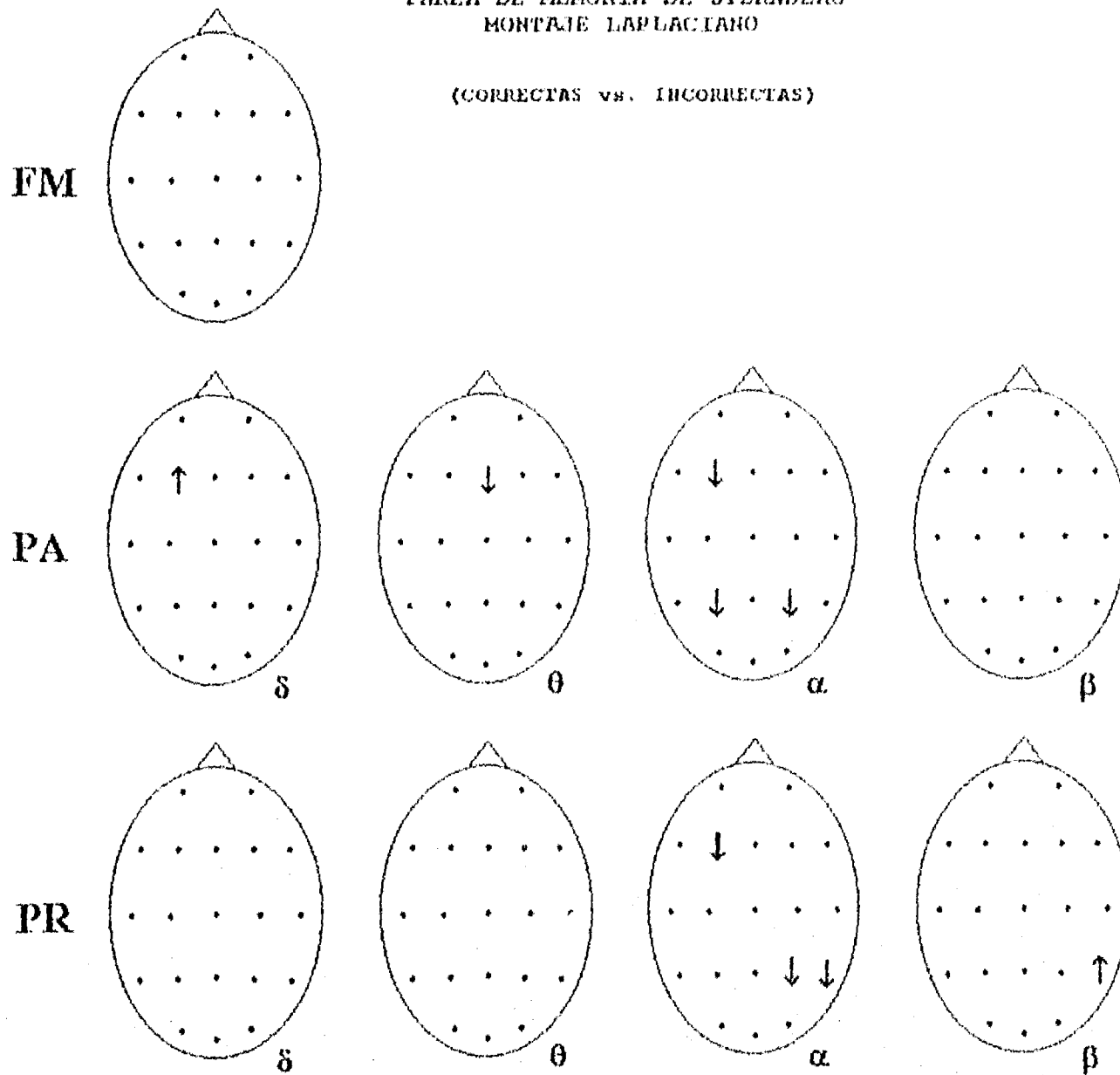


En esta gráfica se muestran los resultados significativos al usar t apareada. Las flechas más claras significan que $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$. Las flechas hacia arriba indican que los valores de FM, PA o PR eran mayores si correspondían a segmentos previos a respuestas incorrectas; por el contrario, las flechas hacia abajo indican que los valores de estas variables eran menores cuando precedían a respuestas incorrectas.

FIGURA 13

TAREA DE MEMORIA DE STERNBERG
MONTAJE LAPLACIANO

(CORRECTAS vs. INCORRECTAS)



En esta gráfica se muestran los resultados significativos al usar t apareada. Las flechas más claras significan que $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$. Las flechas hacia arriba indican que los valores de FM, PA o PR eran mayores si correspondían a segmentos previos a respuestas incorrectas; por el contrario, las flechas hacia abajo indican que los valores de estas variables eran menores cuando precedían a respuestas incorrectas.

En el EEG previo a respuestas incorrectas se observó que la PA delta era mayor en Fp1 y en Fp2, la PA theta era menor en la región parieto-occípito-temporal izquierda y en la región parietal derecha en el montaje referencial y en Fz en el montaje Laplaciano; también la PA alfa era menor si precedía a respuestas incorrectas en todas las áreas frontales, en C4, P4 y O2 según el Montaje referencial y en F3, P3 y P4 según el Laplaciano. En beta, sólo en el montaje referencial se observó una menor actividad en P4 previa a respuestas incorrectas.

El análisis multivariado (Tabla VII) en el montaje Laplaciano sólo indica una menor actividad alfa en F3 previa a respuestas incorrectas, mientras que en el referencial se observa menor actividad alfa en Fp1, Fp2, F7 y F4; estos resultados coinciden con los derivados de la t apareada, pero la menor actividad beta previa a respuestas incorrectas en F3 y Fz no se observa en la t apareada.

Cuando se analizaron las coincidencias entre las t apareadas y el Análisis de Permutaciones se observó en el montaje referencial (figura 16) que había menor PA alfa en Fp1, Fp2, F7 y F4 previa a respuestas incorrectas que previa a correctas; mientras que en el Laplaciano (figura 17) esto sólo se encontró en F3. Como los segmentos de EEG seleccionados eran previos a la tarea, podría pensarse que en esta frecuencia la mayor cantidad de alfa previa a las respuestas correctas corresponde a ritmo mu, sin embargo no es así, pues al editar el EEG se constató visualmente que las características morfológicas del EEG en estos segmentos

no eran las de este ritmo.

Al analizar los resultados conductuales de esta tarea encontramos lo siguiente (Tabla VIII):

1) el número de omisiones en toda la tarea fue menor que el número de fallos ($p=0.0035$).

2) El TR cuando la respuesta fue correcta fue menor que el TR cuando la respuesta fue incorrecta ($p=0.0047$).

3) al comparar el número de errores en los primeros 50 ensayos con el número de errores en los últimos 50 ensayos, no se encontraron diferencias significativas.

4) al comparar el TR en los primeros 50 ensayos con el TR en los últimos 50 ensayos, no se observaron diferencias significativas.

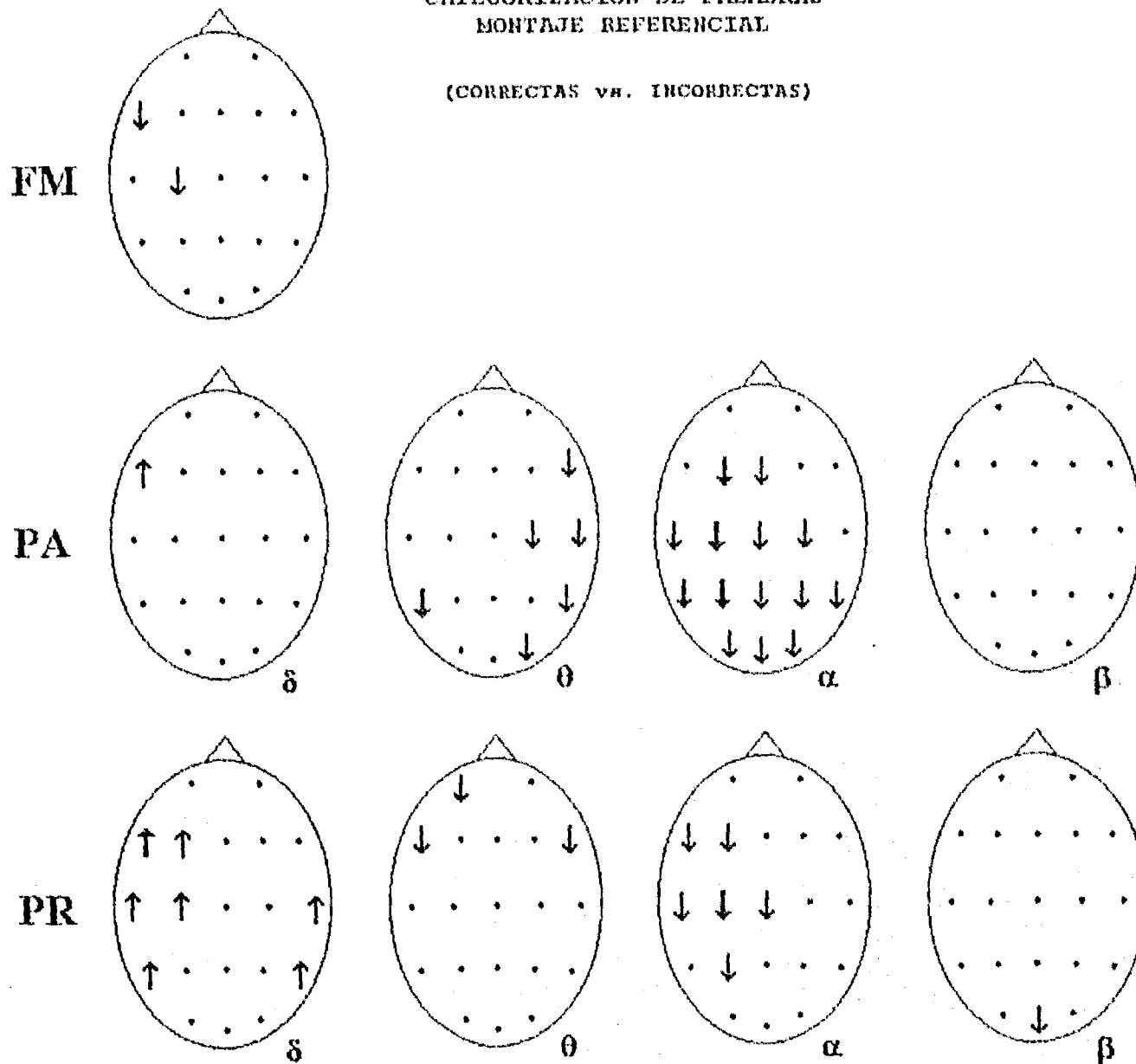
Tarea de categorización semántica de palabras

En las figuras 14 y 15 pueden verse los resultados de la t apareada en los montajes referencial y Laplaciano respectivamente. Comparando los segmentos de EEG previos a la presentación del estímulo cuando la respuesta fue correcta con los segmentos previos a la presentación del estímulo cuando la respuesta fue incorrecta, encontramos que previo a respuestas incorrectas la FM fue menor en regiones frontales izquierdas. En los segmentos que precedían a respuestas incorrectas también se observó mayor PA delta en F7 según el montaje referencial, pero menor PA delta en T5, P3 y O1 según el Laplaciano. En la banda theta se observó menor actividad previa a respuestas incorrectas en T5, P3 y T6 según el montaje Laplaciano y en T5, F8, C4, T4, T6 y O2, según

FIGURA 14

CATEGORIZACION DE PALABRAS
MONTAJE REFERENCIAL

(CORRECTAS vs. INCORRECTAS)

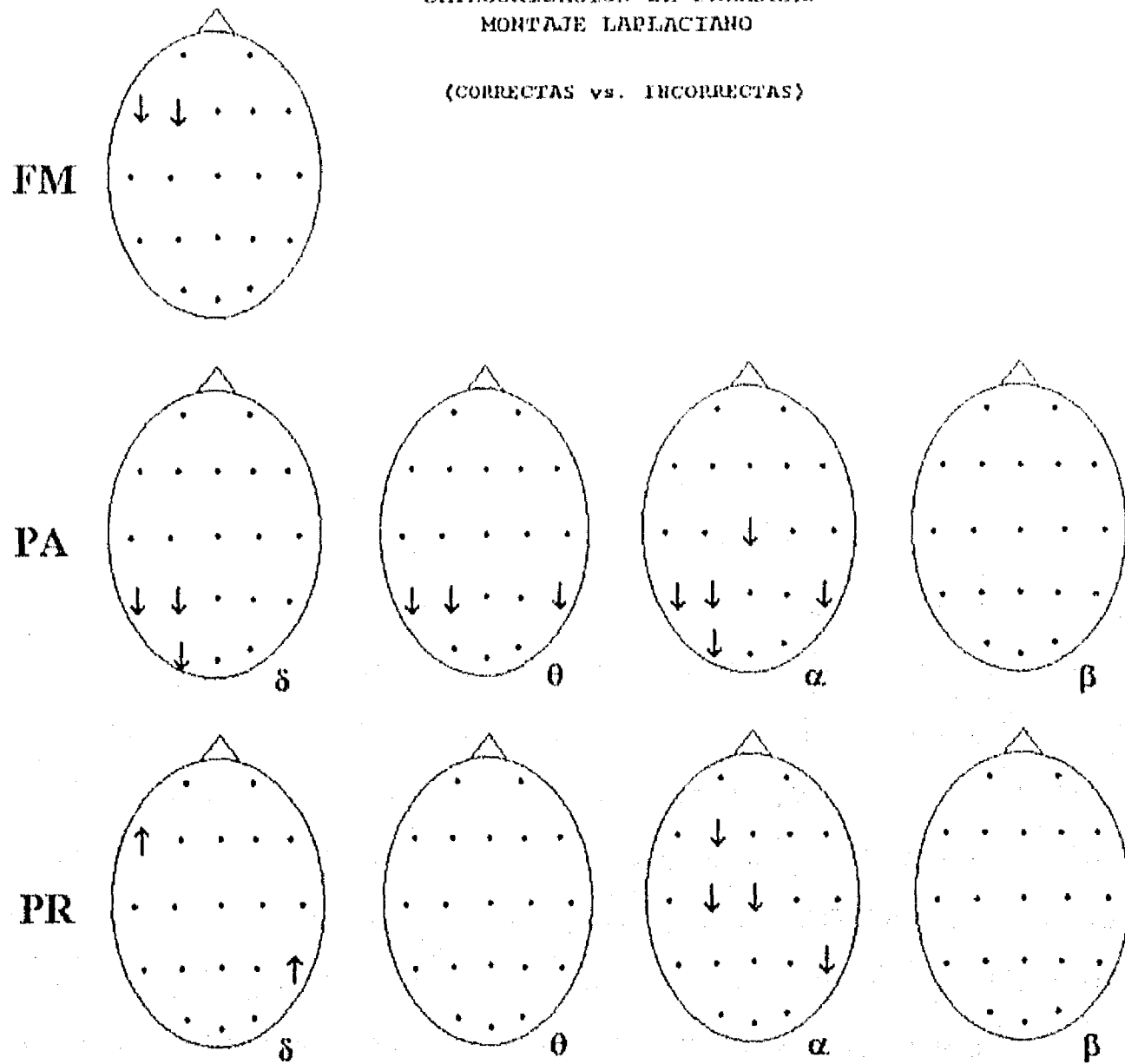


En esta gráfica se muestran los resultados significativos al usar t apareada. Las flechas más claras significan que $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$. Las flechas hacia arriba indican que los valores de FM, PA o PR eran mayores si correspondían a segmentos previos a respuestas incorrectas; por el contrario, las flechas hacia abajo indican que los valores de estas variables eran menores cuando precedían a respuestas incorrectas.

FIGURA 15

CATEGORIZACION DE PALABRAS
MONTAJE LAPLACIANO

(CORRECTAS vs. INCORRECTAS)

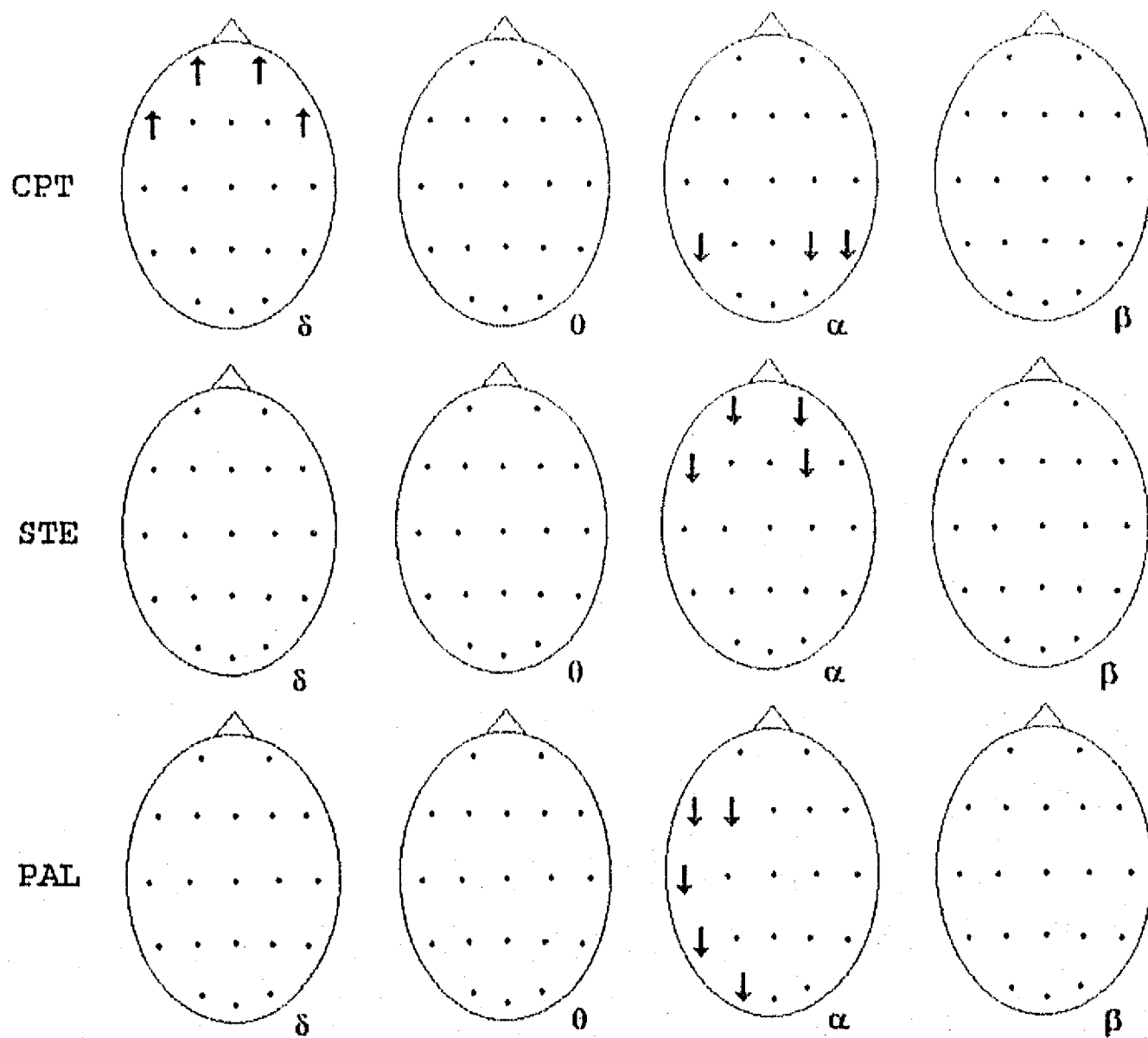


En esta gráfica se muestran los resultados significativos al usar t apareada. Las flechas más claras significan que $p < 0.05$ y las más oscuras indican que se satisface el criterio de Bonferroni con un nivel de significancia de $p < 0.0025$. Las flechas hacia arriba indican que los valores de FM, PA o PR eran mayores si correspondían a segmentos previos a respuestas incorrectas; por el contrario, las flechas hacia abajo indican que los valores de estas variables eran menores cuando precedían a respuestas incorrectas.

el referencial, siendo la diferencia en T5 altamente significativa. En la banda alfa también hay menor actividad en el EEG de base que precede a las incorrectas que a las correctas: en el montaje Laplaciano se observó en Cz, T5, T6, P3 y O1; mientras que en el referencial ocurre en casi todas las derivaciones (F3, C3, C4, P3, P4, O1, O2, T3, T5, T6, Fz, Cz, Pz y Oz) siendo altamente significativa la diferencia en algunas regiones del hemisferio izquierdo (F3, C3, P3 y T5). En la banda beta no se observaron diferencias.

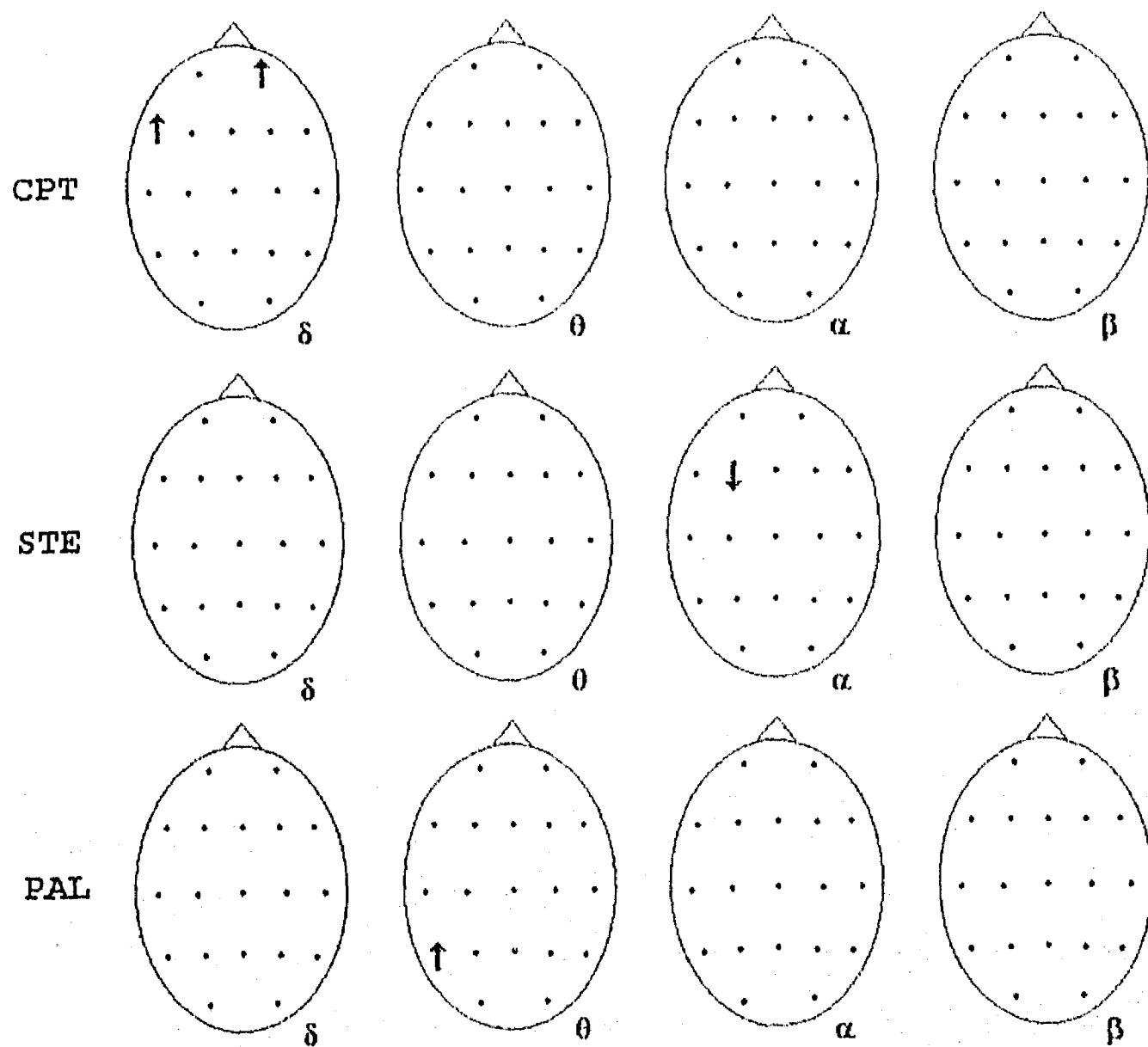
En el análisis multivariado (Tabla VII) se observó en delta una menor actividad en O2 previa a respuestas incorrectas en el montaje Laplaciano, lo cual, aunque fue en el mismo sentido de la t, no coincidió en localización. En la banda theta hubo menor actividad precediendo a respuestas incorrectas en T3 según el montaje referencial (en 7.02 Hz) y en T5 según el Laplaciano (en 6.24 Hz); consideramos que esto indica que hay una menor actividad theta en temporal izquierdo, que posiblemente se relacione con la banda alfa, a juzgar por su comportamiento; según el montaje Laplaciano también hubo menor actividad previa a respuestas incorrectas en O2. La actividad de las frecuencias correspondientes a la banda alfa fueron menores si precedían a respuestas incorrectas en C3 y P4 según el montaje Laplaciano y en F3, F7, T3, T5 y O1 según el referencial. En beta sólo se observaron diferencias en el Laplaciano, en el sentido de que había menor actividad beta precediendo a las respuestas incorrectas en F7, P3, P4, T5 y T6.

FIGURA 16
CORRECTAS vs. INCORRECTAS
MONTAJE REFERENCIAL



Resultados de los valores de PA que fueron significativos tanto al aplicar la t apareada como al aplicar el Análisis Multivariado No-Paramétrico de Permutaciones. Cada fila representa una de las tareas analizadas: Tarea de atención sostenida (CPT), Tarea de memoria de trabajo verbal (STE) o Tarea de categorización semántica de palabras (PAL). Cada columna representa una de las bandas de frecuencia: delta (δ), theta (θ), alfa (α) o beta (β). Las flechas hacia arriba indican que los valores de PA eran mayores si precedían a respuestas incorrectas que si precedían a respuestas correctas; por el contrario, las flechas hacia abajo indican que los valores de PA eran menores cuando precedían a respuestas incorrectas que cuando precedían a respuestas correctas.

FIGURA 17
 CORRECTAS vs. INCORRECTAS
 MONTAJE LAPLACIANO



Resultados de los valores de PA que fueron significativos tanto al aplicar la *t* apareada como al aplicar el Análisis Multivariado No-Paramétrico de Permutaciones. Cada fila representa una de las tareas analizadas: Tarea de atención sostenida (CPT), Tarea de memoria de trabajo verbal (STE) o Tarea de categorización semántica de palabras (PAL). Cada columna representa una de las bandas de frecuencia: delta (δ), theta (θ), alfa (α) o beta (β). Las flechas hacia arriba indican que los valores de PA eran mayores si precedían a respuestas incorrectas que si precedían a respuestas correctas; por el contrario, las flechas hacia abajo indican que los valores de PA eran menores cuando precedían a respuestas incorrectas que cuando precedían a respuestas correctas.

Cuando se analizaron las coincidencias entre las t apareadas y el Análisis de Permutaciones al usar el montaje referencial se observó que las respuestas incorrectas estaban precedidas por menor PA alfa en F3, F7, T3, T5 y O1 que las respuestas correctas; mientras que en el Laplaciano sólo encontramos que una menor PA theta en T5 (6.24 Hz en el análisis multivariado) precedía a respuestas incorrectas.

Al analizar los resultados conductuales de esta tarea encontramos lo siguiente (Tabla VIII):

1) el número de omisiones en toda la tarea fue menor que el número de fallos ($p=0.0001$).

2) No hubo diferencias significativas entre el TR cuando la respuesta fue correcta y el TR cuando la respuesta fue incorrecta.

3) al comparar el número de errores en los primeros 50 ensayos con el número de errores en los últimos 50 ensayos, no se encontraron diferencias significativas.

4) al comparar el TR en los primeros 50 ensayos con el TR en los últimos 50 ensayos, se encontró que el TR inicial fue menor que el TR final ($p=0.0225$).

V.- DISCUSION

IV.I.- CAMBIOS DEL EEG DURANTE LA REALIZACION CORRECTA DE TAREAS (PRE-ESTIMULO vs. POST-ESTIMULO)

En todas las tareas llaman la atención dos resultados generales:

- a) El número de diferencias significativas fue mayor para el montaje referencial que para el Laplaciano.
- b) Hubo una gran coincidencia en los valores que resultaron significativos tanto por la *t* apareada como por el análisis multivariado de permutaciones.

En relación con el primer punto, deseamos discutir la razón de estas diferencias. Es bien conocido el problema del electrodo de referencia. A continuación citamos a Pascual y cols. (1990) en relación a este punto: "Es conocido que una fuente de error para la localización precisa de formas de onda o de sus cambios en el EEG lo constituye el electrodo de referencia.... Debido a leyes físicas bien establecidas, no existe un electrodo de referencia "idealmente inactivo" en un volumen conductor finito.... La suposición de que el electrodo en un sitio puede ser más inactivo que en otros ha llevado a confundir a muchos investigadores en una búsqueda inútil de un electrodo de referencia "moderadamente" inactivo. Obviamente, el problema no puede resolverse observando a los datos con varias referencias diferentes, como sugieren Van Petten y Kutas (1988). La actividad o inactividad de un punto en el cuero cabelludo no puede ser determinada por su diferencia de voltaje con otros puntos con actividad igualmente desconocida; más bien, se relaciona con la cantidad de corriente entrante (o

saliente) de ese punto, la cual es determinada por una distribución espacial desconocida de los generadores neuronales." Así, en desacuerdo con Van Petten y Kutas, Pascual y cols. (1990) terminan su discusión diciendo: "los métodos cuantitativos de análisis de la actividad eléctrica cerebral deben ser invariantes con respecto al electrodo de referencia: los resultados experimentales no pueden depender en sus últimas consecuencias de la referencia."

El montaje Laplaciano, o las densidades de fuentes de corriente, no dependen del electrodo de referencia y además, tienen dos ventajas sobre los datos de voltaje: 1) su interpretación física corresponde con la cantidad de corriente que sale (o entra) en cada punto del cuero cabelludo debido a las fuentes (o sumideros) neuronales subyacentes, y 2) tienen mayor resolución espacial en la localización de estas fuentes (Pascual y cols., 1988,1990). Estas ventajas del operador Laplaciano, demostradas con simulaciones (Srinivasan y cols., 1996), han sido también demostradas en la práctica por Gevins (1996) comparando los registros sobre el cuero cabelludo con los registros corticales.

El hecho de que tanto el análisis por t apareadas, como el análisis multivariado por permutaciones dieran resultados similares nos muestra la consistencia de dichos resultados. El análisis independiente de cada variable por medio de la t de Student tiene el inconveniente de que al hacer múltiples comparaciones el error tipo I se incrementa. Como explicamos en la

metodología, uno de los métodos para disminuir este error es aplicar el criterio de Bonferroni, considerando como significativa una probabilidad de 0.05 dividida entre el número de derivaciones (es decir, $p < 0.0025$). Por otro lado, al aplicar el Análisis Multivariado de Permutaciones se observa menor cantidad de diferencias significativas que con la t apareada; esto parece lógico, pues, además de ser multivariado, con este análisis se rechaza la hipótesis nula con el supremo o con el ínfimo, lo que hace que el método sea más estricto. Por lo tanto, en aquellas variables en donde ambos procedimientos dieron significación, la posibilidad de que ello se deba a un error es muy pequeña.

En esta sección se van a discutir fundamentalmente los resultados de la PA, pues para decir que se observó un aumento o una disminución de la potencia en alguna banda, es necesario hacerlo con los valores absolutos, ya que la PR en una banda puede modificarse exclusivamente porque cambió la PA en otra de las bandas. Es decir, en la PR no podemos afirmar que se observó un aumento o una disminución en una banda, sino que el contenido de frecuencias varió de una condición a otra. En el caso de las tareas, es bien conocido que basta la presentación de un estímulo visual para que disminuyan las frecuencias de la banda alfa. Entonces, si disminuye el alfa, en las otras bandas aumentará el porcentaje de potencia relativo a todas las bandas, aunque esto de ninguna manera se deba a que la actividad delta, theta o beta haya aumentado. Esta es la razón por la que no discutiremos los resultados que obtuvimos en la PR al usar la t de Student. Además, el programa para efectuar el Análisis Multivariado No

Paramétrico de Permutaciones trabaja con los valores de PA que se obtienen al hacer la Transformada de Fourier cada 0.78 Hz, por ello sólo se pueden hacer comparaciones sobre la PA, pues considerando cada punto de frecuencia la PR no tiene sentido. A continuación discutiremos los resultados en los que coinciden los valores significativos al usar la t apareada y al usar el análisis multivariado (figuras 8 y 9).

Durante la realización de todas las tareas hubo una disminución de la PA alfa, generalizada al usar el montaje referencial y localizada en regiones posteriores al usar el Laplaciano. Estos resultados están de acuerdo con la desincronización conocida de las regiones occipitales al realizarse una tarea cualquiera y apoyan la hipótesis de que la supresión de alfa es inespecífica a la tarea, por lo que pudiera estar relacionada con los procesos que son comunes a las tres tareas, como por ejemplo la atención.

Además de la supresión de alfa que cabía esperar en todas las tareas, se observó en regiones occipitales una disminución de la PA en todas las bandas (excepto en delta en la tarea de Sternberg y en theta en la categorización de figuras) principalmente cuando se usó la t apareada. Aunque este cambio pudiera relacionarse en cada tarea con algún proceso mental (por ejemplo, en la de categorización de palabras podríamos pensar que se relaciona con la lectura de la palabra y con el análisis de si la palabra empezaba con consonante o vocal), el hecho de que suceda en todas las tareas sugiere que corresponde a algo más general, como pudiera ser la activación selectiva de las áreas visuales en estas tareas.

El incremento observado en la PA alfa en Fp2 y en F3 durante la tarea de categorización semántica de figuras es difícil de explicar. En este caso esas regiones se comportaron en forma diferente al resto de la cabeza, en donde, como dijimos, se observó que la PA alfa disminuía. No tenemos explicación para este resultado y habría que comprobarlo con otras muestras.

En las dos tareas de categorización semántica se observó un incremento de delta en regiones frontales, pero en la tarea de memoria de trabajo verbal no se observó ningún cambio en esta banda. Esto establece una diferencia con lo observado en adultos en la tarea de memoria, pues en ellos el aumento de delta durante la memorización del conjunto de dígitos era evidente (Harmony y cols., en prensa). En trabajos anteriores hemos observado un incremento de la actividad delta durante diferentes tareas (Fernández y cols., 1993, 1995b; Harmony y cols., en prensa) y lo hemos interpretado como un signo de concentración o de atención al procesamiento interno, descrito como una inhibición tipo II a los estímulos que son irrelevantes para la realización de la tarea (Vogel y cols., 1968); ésta podría ser una explicación para lo observado en esta banda en las tareas de categorización, sin embargo la ausencia de cambios en la tarea de memoria tal vez esté dada porque los niños todavía no han madurado el proceso de concentración interna para este tipo de tarea.

Tanto en la PA theta como en la PA beta se observan cambios específicos dependientes de la tarea que se realizaba. Por el hecho de que se considera que el montaje Laplaciano optimiza la

localización de la actividad electroencefalográfica cortical, analizaremos la relación entre los cambios observados por nosotros en el EEG y los hallazgos en estudios de PET usando el montaje Laplaciano.

Hagamos un paréntesis para recordar cuáles eran las regiones que se activaban durante la ejecución de estas tareas. En la introducción señalamos que en estudios de PET las estructuras relacionadas con la memoria de trabajo verbal son las áreas prefrontales, predominando la izquierda (Buckner y Tulving, 1995). Sin embargo, en tareas que involucran varios procesos lingüísticos, como la categorización semántica de palabras (los niños leen la palabra, la comprenden, analizan si pertenece o no al nombre de un animal, y si el nombre empieza con consonante o vocal) cabe esperar que se dé una lateralización izquierda. Habíamos mencionado que por medio de estudios de PET se ha demostrado que el reconocimiento de palabras leídas incrementaba sobre todo el flujo en las áreas extraestriadas (Howard y cols., 1992) con predominio izquierdo (Petersén y cols., 1990) y que la categorización semántica activaba a las circunvoluciones temporal media e inferior, parietal inferior y prefrontal superior en el hemisferio izquierdo (Demonet y cols., 1992). La tarea de categorización semántica de figuras también debía involucrar varios procesos lingüísticos (el niño debe reconocer la figura, identificar si corresponde o no a un animal y determinar si el nombre (sea o no animal) empieza con consonante o vocal). De acuerdo al trabajo de Peroni y cols. (1995), el reconocimiento de figuras de animales es directo, sin procesamiento lingüístico, y

en él se activan las circunvoluciones lingual izquierda, fusiforme bilateral, temporal inferior bilateral, occipital media izquierda y cuneus derecho; mientras que el reconocimiento de figuras de objetos (herramientas) requiere del procesamiento lingüístico, pues se activa además la corteza frontal dorso-lateral izquierda. Nosotros no estamos seguros si la mayoría de los niños realizaron esta tarea como una tarea verbal de categorización semántica o si la realizaron a partir de los rasgos de la figura que le permitían decir si se trataba o no de un animal.

Al tratar de relacionar los hallazgos obtenidos por PET con los cambios en la PA del montaje Laplaciano encontramos que en todas las tareas hubo un incremento de la PA theta en las regiones que mediante estudios de PET se ha mostrado que se activan durante cada tarea específica: 1) se ha descrito que las estructuras que se activan en tareas de memoria de trabajo verbal son las áreas prefrontales predominantemente izquierdas, siendo estas mismas regiones las que presentan un aumento de theta en la tarea de Sternberg; 2) la tarea de categorización semántica involucra varios procesos lingüísticos diferentes que activan el hemisferio izquierdo, esto coincide con el hecho de que el incremento de theta durante esta tarea lo hemos observado en regiones izquierdas principalmente; 3) en la tarea de categorización semántica de figuras observamos lateralización fronto-temporal izquierda en el aumento de la PA delta en el montaje Laplaciano, sin embargo, no creemos que sea en la banda delta donde se refleje la activación específica de esta tarea cuando en las otras dos tareas se refle-

ja en la banda theta; más bien creemos que el aumento de la PA theta en regiones frontales ligeramente lateralizado a la izquierda es lo que está representando la activación particular dada por esta tarea sugiriendo que existió algún procesamiento lingüístico. Sin embargo, al tratar de relacionar las estructuras activadas, según el trabajo de Peroni debían haberse visto los cambios en regiones posteriores. En otro trabajo con resonancia Magnética funcional (Spitzer y cols., 1995) en el que los estímulos eran más parecidos a los nuestros, pues el sujeto debía clasificar figuras en 4 categorías (una de las cuales era de animales), se observó que las áreas activadas eran las temporales superior y medial y las frontolaterales predominantemente izquierdas; esto corresponde más con lo encontrado por nosotros en la banda theta, sin embargo no queda muy clara la lateralización y por lo tanto el procesamiento lingüístico que hicieron los niños en esta tarea.

A pesar de que en la banda beta es en donde se ha propuesto que ocurren los cambios específicos relacionados con la actividad cognoscitiva (Ray y Cole, 1985), la disminución observada de la PA beta parece ser específica de la tarea, pero no coincide con las áreas que mediante la PET se ha visto que se activan en tareas similares, excepto en el caso de la tarea de categorización de palabras, en la cual fue interesante encontrar que en un rango muy específico de frecuencias sólo se activó P3; inicialmente pensamos que esto pudiera estar relacionado con el procesamiento semántico, sin embargo el hecho de que en las otras dos tareas la PA beta no cambiara en las regiones que se esperaba

y el hecho de que esta disminución de la PA en algunas frecuencias del rango beta ocurra en una derivación aislada, nos hace dudar de nuestra primera interpretación. Por lo tanto, consideramos que es en la banda theta en donde se está expresando la activación de las estructuras involucradas en la tarea.

IV.II.- COMPARACION DEL EEG PREVIO AL ESTIMULO CUANDO LA RESPUESTA FUE CORRECTA Y CUANDO FUE INCORRECTA

Las diferencias encontradas en la comparación de los segmentos que preceden a las respuestas correctas y a las incorrectas no fueron tan significativas como las encontradas al comparar los segmentos "pre" y "post". Creemos que esto puede explicarse de dos formas:

1) debido a que las diferencias entre el EEG previo a las respuestas correctas y el EEG previo a las respuestas incorrectas eran más sutiles que las diferencias entre el EEG durante la tarea y previo a ella, ya que en ese caso se trataba de dos condiciones diferentes, mientras que en el EEG de base previo a respuestas correctas e incorrectas la condición es la misma.

2) debido a que el número de segmentos analizado fue mucho menor, ya que no hubo un gran número de respuestas incorrectas.

En todas las tareas llamó la atención que el número de diferencias significativas fuera mayor al usar el montaje referencial que al usar el Laplaciano, pero no hubo tanta coincidencia en los valores significativos resultantes de la t apareada con los del análisis multivariado como en el análisis de los cambios electroencefalográficos durante la tarea. Esto pudo

deberse a que es necesario que el cambio sea muy grande en una frecuencia específica para que en el análisis multivariado resulte significativo, mientras que en la t de Student hecha por bandas, muchos cambios pequeños y no significativos para frecuencias específicas podían resultar en cambios significativos en la banda.

En general se observó que la actividad electroencefalográfica que precedía a respuestas incorrectas era más lenta que la que precedía a respuestas correctas. Esto se manifestó con una menor PA alfa y/o con una mayor PA delta en los segmentos previos a respuestas incorrectas en regiones que debían activarse en la realización de cada tarea específica según estudios con PET. A continuación analizaremos para cada tarea en particular la relación del EEG con la ejecución; esta discusión la haremos en base a los resultados significativos en los que coincidieron la t apareada y el análisis de Permutaciones cuando se usó el montaje referencial.

Tarea de atención sostenida (CPT)

Entre todos los resultados obtenidos en esta tarea destacan dos coincidencias fundamentales:

1) La actividad delta en regiones frontales es mayor si precede a respuestas incorrectas que si precede a respuestas correctas.

2) La actividad alfa en regiones temporales posteriores y parietal derecha es menor si precede a respuestas incorrectas que si precede a respuestas correctas.

En estudios de PET se ha demostrado que en la atención a cualquier tarea existe un incremento en el flujo en la región prefrontal, en particular en las circunvoluciones media e inferior (Rezai, 1993; Roland, 1993). Si esta región se activa mientras se realiza la tarea, entonces una alteración en ella podría traer como consecuencia que la tarea no se pudiera ejecutar correctamente. Nuestros resultados sugieren que si en el EEG de base hay mayor actividad delta en regiones frontales y/o menor actividad alfa en regiones temporales posteriores y parietal derecho, la probabilidad de que se responda incorrectamente aumenta.

Consideramos que la mayor cantidad de delta frontal podría estar interfiriendo con el proceso general de atención a la tarea o con el proceso de percepción de la localización espacial. Este proceso de localización espacial activa, además de áreas frontales, áreas occípito-parietales; por lo tanto, la menor actividad alfa en P4 relacionada con respuestas incorrectas puede explicarse por el hecho de que al no existir las condiciones óptimas en esta región, esto pudiera traer como consecuencia una falla en la atención a la localización espacial del estímulo (la nave a la que se le debe disparar). Corbetta y cols. (1993) han señalado que en el humano el área parietal derecha se activa para los estímulos espaciales en el hemisferio visual derecho tanto como para los que están en el hemisferio izquierdo, mientras que esto no sucede para la corteza parietal izquierda; lo cual podría explicar por qué la lesión parietal derecha se asocia a deficien-

cias mucho más pronunciadas en el síndrome de hemi-inatención que las lesiones de la corteza parietal izquierda. Este hallazgo resalta la importancia que pudiera tener el que hubiera una actividad más lenta precisamente en la región parietal derecha en aumentar la probabilidad de responder incorrectamente en esta tarea. También la menor cantidad de actividad alfa en T5 y T6 está asociada a respuestas incorrectas, esto podría explicarse ya que estas derivaciones corresponden a las regiones que deben activarse en la discriminación al color (vía occípito-temporal del Sistema Visual).

Por otra parte, habíamos supuesto que de estar disminuido el nivel de alertamiento durante toda la tarea, como era el caso de los trabajos de Williams y cols. (1962) y Townsend y Johnson (1979), la mayoría de los errores debían ser omisiones; que de estar asociada la incorrección en la respuesta con un menor nivel de alertamiento (Townsend y Johnson, 1979; Belyavin y Wright, 1987), el TR debía ser menor en las respuestas correctas que en las incorrectas; pero que de ir disminuyendo el nivel de alertamiento a lo largo de la tarea, como en el experimento de Makeig e Inlow (1993), debían aumentar el número de errores y el TR. Tomando en cuenta nuestros resultados, consideramos que conductualmente no hay evidencias para suponer que los niños tenían disminuido su nivel de alertamiento. Se observaron diferencias en el TR para las respuestas incorrectas, que fue menor que para las correctas; esto pudiera deberse a que los niños actuaban impulsivamente, sin embargo no apoya la idea de que las respuestas incorrectas en esta prueba se expliquen por disminución en el

alertamiento; también se observaron diferencias en los TR inicial y final, pero en lugar de ser mayor el final, como hubiera sido el caso si la prueba indujera somnolencia, el TR final fue menor, lo que indica que los niños aprendieron, pero no indica que disminuyera su alertamiento.

Por lo tanto, podemos concluir que la relación observada entre una peor ejecución de la tarea y actividad más lenta en el EEG de base que la precede no está en este caso condicionada por una disminución en el nivel de alertamiento como indicaban varios autores en estudios realizados en adultos (Williams y cols., 1962; Boddy, 1971; Townsend y Johnson, 1979; Belyavin y Wright, 1987; Valentino y cols., 1993). Además, algunos de ellos proponían que beta era el mejor indicador de decremento en la ejecución (Valentino y cols., 1993) o de una mala ejecución debida a la disminución en el alertamiento (Townsend y Johnson, 1979; Belyavin y Wright, 1987) y precisamente en esta banda fue donde no encontramos ninguna diferencia consistente entre el EEG de base que precedía a respuestas correctas y el EEG de base que precedía a respuestas incorrectas.

Tarea de memoria de trabajo verbal

Si analizamos las coincidencias de los múltiples análisis, podemos concluir que una menor actividad alfa en regiones frontales, principalmente izquierdas, se relaciona con una ejecución incorrecta de la tarea de Sternberg; mientras que una mayor actividad alfa en estas áreas está asociada a una ejecución correcta.

En la introducción señalamos que Petrides y cols. (1993), encontraron que las áreas 46 y 9 correspondientes a la circunvolución frontal media dorsolateral son las estructuras relacionadas con la memoria de trabajo verbal; y que en tareas de este tipo se ha encontrado activación de la corteza prefrontal, predominantemente izquierda (Buckner y Tulving, 1995). Según nuestros resultados, si en estas regiones que deben activarse durante la tarea de Sternberg, la actividad alfa está disminuida antes de la presentación de la tarea, la probabilidad de que la tarea se ejecute incorrectamente aumenta.

Haciendo un análisis de los resultados conductuales consideramos que no hubo una disminución del alertamiento a lo largo de la prueba ya que por un lado encontramos que de las respuestas incorrectas, fue mayor el número de fallos que el número de omisiones; y por otro lado, que no hubo diferencias significativas ni en el número de errores ni en el TR entre el inicio y el final de la prueba. Sin embargo, el hecho de que el TR en las respuestas incorrectas fuera mayor que en las correctas pudiera sugerir que los errores estuvieron asociados a un menor nivel de alertamiento; de todos modos existe otra explicación: el 87% de las respuestas incorrectas ocurrieron cuando el conjunto a memorizar tenía 5 dígitos, mientras que en las correctas había la misma proporción de conjuntos de 3 y de 5 dígitos y es conocido que el TR se incrementa proporcionalmente con el número de dígitos a memorizar (De Vega, 1990). Por lo tanto tampoco creemos que en esta tarea la relación entre el EEG y la ejecución se haya visto afectada por el nivel de alertamiento.

Tarea de categorización semántica de palabras

Las coincidencias entre los resultados de la t apareada y los del análisis multivariado nos permiten concluir que los segmentos previos a respuestas incorrectas se caracterizan por tener menor PA theta en temporal izquierdo (según ambos montajes) y menor PA alfa en F3, F7, T3, T5 y O1 (según el montaje referencial) que los segmentos previos a respuestas correctas.

Ya indicamos antes que con la presentación de palabras aumentaba el flujo en la parte posterior de la circunvolución temporal media izquierda y en la corteza estriada bilateral (Howard y cols., 1992), que con la lectura de palabras se activaban las áreas extraestriadas izquierdas (Petersén y cols., 1990) y que en la categorización semántica de palabras escuchadas había una activación de las áreas temporal media e inferior izquierdas, parietal inferior izquierda y prefrontal superior izquierda (Demonet y cols., 1992).

Nuestros resultados sugieren fuertemente que una menor PA alfa (o theta en frecuencias muy próximas a alfa) en regiones del hemisferio izquierdo, principalmente en F3, F7, T3, T5 y O1, en el EEG previo a la presentación del estímulo, está relacionada con una mayor probabilidad de que la respuesta sea incorrecta en la tarea de categorización semántica de palabras. Estas áreas en las que hay un déficit de alfa asociado a respuestas incorrectas, coinciden con las regiones que deben activarse en el proceso mental de realizar dicha tarea.

El hecho de que el número de omisiones fuera menor que el número de fallos indica que probablemente los sujetos tenían un nivel de alertamiento adecuado en la prueba. Sin embargo, el hecho de que el TR en los primeros 50 ensayos fuera menor que en los últimos 50, sugiere que probablemente disminuyó el nivel de alertamiento a lo largo de la prueba, aunque llama la atención que, aunque no sea un resultado significativo, el número promedio de errores haya sido menor al final de la prueba. Quizás los sujetos en el curso de la prueba aprendieron a compensar el TR y los errores, tratando de contestar más veces correctamente aunque ello implicara tardarse más tiempo en responder.

En general, en las tres tareas analizadas, al hacer la comparación del EEG previo a respuestas correctas y el EEG previo a respuestas incorrectas destacan dos hechos:

1.- En la tarea de atención sostenida (CPT) la potencia delta es mayor cuando precede a respuestas incorrectas que cuando precede a respuestas correctas. Esto ocurre principalmente en regiones frontales.

2.- En las tareas de atención (CPT), memoria (Sternberg) y categorización semántica con presentación de palabras, la potencia en la frecuencia de alfa es mayor cuando precede a respuestas correctas. En la tarea de atención sostenida ocurre en regiones posteriores, principalmente derechas; en la tarea de Sternberg ocurre en regiones frontales, principalmente izquierdas; y en la tarea de categorización semántica de palabras, en el hemisferio izquierdo.

En el análisis particular de cada tarea ya vimos que las áreas en las que una menor frecuencia electroencefalográfica se relaciona con una ejecución incorrecta corresponden, según estudios de PET, a las regiones que se activan cuando se realizan esas tareas específicamente.

Además, por los resultados conductuales de las 3 tareas, podemos inferir que las diferencias encontradas entre los segmentos de EEG previos al estímulo cuando la respuesta fue correcta y los segmentos previos cuando fue incorrecta, no son debidas a diferencias en el nivel de alertamiento. Otro aspecto de estos resultados que niega la hipótesis de que la relación entre el EEG y la ejecución está modulada por el nivel de alertamiento es el hecho de que esta relación tenga una localización específica en cada tarea y que esta localización corresponda con las áreas que deberían activarse en la realización de la tarea. Más aún, si consideramos que en ejecuciones incorrectas la menor cantidad de potencia alfa se observó en regiones temporales posteriores y parietal derecha en la tarea de atención sostenida, en regiones frontales en la tarea de Sternberg y en el hemisferio izquierdo en la categorización de palabras, sería difícil argumentar que estas diferencias tan específicas pudieran estar producidas por somnolencia.

Tomando en cuenta los resultados de Williams y cols. (1962) y de Morrell (1966) en esta tesis analizamos el EEG 1.28 segundos previos a la presentación del estímulo por considerar que era el período óptimo, ya que refleja el estado electroencefalográfico

del sujeto en el momento en que se le presenta el estímulo. Nuestro estudio abarcó de 1 a 30 Hz. En nuestro conocimiento, consideramos que los resultados que obtuvimos van más allá de lo descrito en trabajos anteriores, ya que pudimos predecir diferencias en la ejecución a partir del EEG en sujetos normales sin privación de sueño; estas diferencias consistieron principalmente en que una menor actividad alfa estaba asociada a respuestas incorrectas. A nuestro parecer, lo más interesante de nuestros resultados es que la menor cantidad de alfa relacionada con respuestas incorrectas se presenta en áreas asociadas a la realización de la tarea.

La observación de que las respuestas incorrectas van precedidas de un EEG más lento que las correctas sugiere que las deficiencias de los niños con TA, quienes se ha reportado que tienen un EEG de base más lento en relación a los niños normales, quizás podrían ser explicadas por el hecho de que una mayor actividad delta o una menor actividad alfa podría estar impidiendo el adecuado funcionamiento de áreas relacionadas con determinado aprendizaje.

Existe la necesidad de conciliar resultados que pudieran parecer contradictorios. Por un lado, tenemos el hecho conocido de la supresión de alfa durante la realización de tareas, mientras que por otro, la presencia de alfa previa al estímulo parece ser indispensable para una ejecución correcta. Este parece ser el fenómeno inverso de lo que ocurre con delta: una mayor actividad delta previa a la presentación del estímulo se relaciona con

ejecuciones incorrectas y al mismo tiempo se observa una mayor actividad delta durante la realización correcta de tareas.

Para el fenómeno que se observa en la actividad alfa no tenemos una explicación. Sin embargo, llevamos varios años estudiando la actividad delta y hemos logrado demostrar que la actividad delta durante tareas se relaciona con la inhibición tipo II a los estímulos irrelevantes del medio ambiente (Vogel y cols., 1968); por lo tanto, si ocurre una inhibición a los estímulos del medio ambiente en el momento en que se presenta el estímulo al que se debe responder, es lógico suponer que la probabilidad de que la respuesta sea incorrecta va a ser mayor.

En este trabajo hemos logrado establecer la existencia de una relación entre la ejecución incorrecta de tareas y una menor frecuencia electroencefalográfica previa al estímulo, independientemente del nivel de alertamiento; sin embargo, no hemos demostrado una relación causa-efecto, y creemos que podría darse. Este será precisamente nuestro objeto de estudio en trabajos futuros.

APENDICE

CARACTERISTICAS DEL EEG EN REPOSO EN NIÑOS

La Secretaría de Educación Básica y Normal reportó en abril de 1995 que la deserción y la reprobación en la primaria equivalen a la tercera parte de la matrícula nacional (La Jornada, 25 de abril de 1995). Por lo tanto, aunque los niños que participaron en este estudio provenían de una escuela primaria convencional, no puede descartarse la presencia de niños con problemas de aprendizaje. Desde hace varios años, el grupo de investigadores al que pertenezco ha dedicado un gran esfuerzo a la caracterización electrofisiológica de los niños con Trastornos de Aprendizaje (TA), mediante la comparación de éstos con niños que no presentan ningún problema.

Es un hecho conocido que a medida que aumenta la edad en los niños normales, su EEG en estado de reposo disminuye de voltaje y se hace más rápido (Cobb, 1976). Esto se corresponde con los hallazgos neurométricos en la infancia: normalmente, a medida que aumenta la edad disminuye la Potencia Absoluta (PA) en todas las bandas de frecuencia y la Potencia Relativa (PR) en las bandas delta y theta, mientras que aumenta la PR en las bandas alfa y beta (Matousek y Petersén, 1973; John y cols., 1983; Harmony y cols., 1990a). Estos cambios del EEG con la edad han demostrado ser incluso transculturales, pues en individuos de 5 a 17 años de Suecia, Estados Unidos, Cuba, Venezuela y México se han obtenido rectas de regresión de la potencia en función de la edad para las distintas bandas de frecuencia; la pendiente de las mismas, que

representa la magnitud del cambio a través de las edades, es muy similar en todos los países con la salvedad de las rectas obtenidas para algunas poblaciones de zonas marginadas de Latinoamérica (Harmony y cols. 1988).

Debido a que la edad es un factor que afecta los valores de potencia del EEG en reposo, las comparaciones entre niños control y niños con TA se realizan entre niños de la misma edad o se trabaja con la transformación z de la potencia para eliminar el efecto de la edad. La transformación z se expresa como

$$z = (x - y) / \sigma$$

donde x es la potencia, y es la recta de regresión con respecto a la edad en la población control o según normas calculadas, y σ es la desviación estándar dependiente de y.

En general se ha observado en el EEG en condición de reposo, que, independientemente de la edad, los niños con TA tienen mayor actividad lenta (en el rango de frecuencias delta y theta) y menor actividad alfa que los niños control (John y cols., 1983; Gasser y cols., 1988; Harmony y cols., 1990b; Alvarez y cols., 1992), en otras palabras, los niños con TA tienen un patrón electroencefalográfico correspondiente a un niño control promedio de menor edad; por lo tanto, la interpretación que se ha dado es que estos niños tienen un retraso en la maduración (John y cols., 1983; Harmony y cols., 1989). Esto corresponde con las observaciones referidas a partir de la inspección visual del EEG, según las cuales es más frecuente observar una cantidad excesiva de ondas lentas en los niños con TA o hiperactivos que en los niños

control (John y cols., 1983), además de otras anormalidades en el EEG. En una muestra de 122 niños, Becker y cols. (1987) observaron algunos signos anormales (espigas focales, actividad delta polimórfica no paroxística y asimetrías de delta consistentes) y signos atípicos en el EEG de niños con TA, pero no en el de niños control; mientras que en otro estudio realizado a 232 niños con TA y a 56 niños control, Alvarez y cols. (1992) reportaron una gran cantidad de actividad paroxística en niños con TA (66.0%) comparada con la que presentaban los niños control (12.5%), no habiendo en ningún caso diagnóstico de epilepsia. De hecho, un gran número de niños referidos a servicios pediátricos por problemas de naturaleza cognoscitiva y psicosocial presentan frecuentes descargas "subclínicas" aunque no tienen una historia de epilepsia clínica (Rugland, 1990). En el Centro Nacional para Epilepsia de Noruega, en los casos en que se demuestra que las descargas "subclínicas" pueden ser la causa del deterioro cognoscitivo, se da tratamiento médico a los niños; Rugland (1990) opina que, una vez que se ha ajustado la dosis óptima, los resultados son prometedores.

También hay un buen pronóstico para los niños con problemas menores y severos de lectoescritura. En un estudio longitudinal, Harmony y cols. (1995) demostraron que los niños que presentaban problemas de lectoescritura y tenían un EEG cuyos valores de PR sugerían que tenían un retraso en la maduración (Harmony y cols., 1989), 3 años más tarde casi no presentaban diferencias electroencefalográficas con el grupo control; aparentemente, en estos años los niños tuvieron una aceleración en la maduración,

alcanzando en la pubertad una maduración casi normal, no sólo desde el punto de vista electroencefalográfico, sino también cognoscitivo, pues las discrepancias en la lectura con respecto a los niños control prácticamente desaparecieron.

Además de la edad y de la presencia o no de TA, se ha observado que existen otros factores que también tienen efecto sobre el EEG en estado de reposo. Entre ellos se encuentran el nivel sociocultural, los antecedentes biológicos de riesgo, el sexo, la hora del día a la que se realiza el estudio, el coeficiente intelectual, etc.

El coeficiente intelectual no se ha podido relacionar con el EEG cuando los individuos tienen un coeficiente intelectual dentro del rango normal, sin embargo se han observado diferencias electroencefalográficas entre individuos normales e individuos con retraso mental (Gasser y cols., 1987), aunque no se puede saber si estas diferencias están dadas o no por lesiones cerebrales subclínicas.

La presencia de antecedentes biológicos de riesgo, como por ejemplo la hipoxia en el nacimiento, el bajo peso al nacer, los traumas craneoencefálicos con pérdida de la conciencia, etc., se ha visto que afectan al EEG. Harmony y cols. (1990a) observaron que los niños con antecedentes biológicos de riesgo tenían mayores valores de PA delta y theta en regiones frontales que los niños sin antecedentes. Asimismo, se ha observado que los niños con desventajas socioculturales tienen mayores valores de potencia, tanto absoluta como relativa, en las bandas delta y theta en

regiones frontales y menores valores de PR en la banda alfa que los niños sin estas desventajas (Harmony y cols., 1988; Harmony y cols., 1990a). Recientemente, Otero (1994) reportó que en una muestra de niños de 18 a 30 meses de edad; aquellos que tenían alto riesgo sociocultural tenían mayor PA delta y menor PA alfa, así como menor PR alfa y beta que los niños con bajo riesgo sociocultural en un registro de sueño. En un estudio posterior, Otero (en prensa) muestra los resultados del registro en reposo de esos mismos niños a los 4 y a los 4 años y medio; vuelve a encontrar mayor PA delta (sólo a los 4 años) y theta en regiones frontales y menor PA alfa y beta (en regiones occipitales y frontales respectivamente) en aquellos con alto riesgo sociocultural. Esto sugiere que tanto los niños con antecedentes de riesgo biológico como los que tienen desventajas socioculturales tienen un retraso en la maduración respecto a aquellos que no presentan estas características.

También el EEG en reposo se ve afectado por variaciones circadianas. Cacot y cols. (1995) reportan los mayores valores de potencia del EEG en horas de la tarde para las 4 bandas de frecuencia.

El estado emocional del sujeto en el momento del registro también puede afectar al EEG; se ha observado una relación entre la ansiedad y bajos valores de potencia del EEG (Matousek y Petersén, 1973).

Parece ser un hecho bastante consistente el efecto del sexo en el EEG. En estudios en adultos, Corsi-Cabrera y cols. (1989)

encontraron una mayor correlación interhemisférica alfa en mujeres que en hombres en derivaciones centrales, parietales y occipitales; debido a que una mayor correlación interhemisférica representaba una mayor similitud entre los hemisferios cerebrales, interpretaron este hallazgo como una menor diferenciación hemisférica en las mujeres que en los hombres. Por otro lado, Veldhuizen y cols. (1993) calcularon las rectas de regresión de la PR en función de la edad para varias derivaciones con montaje bipolar, encontrando al analizar el intercepto varias diferencias entre hombres y mujeres, pero sólo una al analizar las pendientes en la PR theta temporal; en general las mujeres tenían mayor actividad theta y beta que los hombres, y menor actividad alfa que ellos, sobre todo en regiones posteriores. Con respecto a la coherencia, observaron que en las bandas delta y theta ésta era mayor en las mujeres, pero en las bandas alfa y beta era mayor en los hombres. La Frecuencia Media total (FM) también fue mayor en las mujeres. Veldhuizen y cols. (1993) consideran que las diferencias observadas no pueden ser explicadas por "artefactos anatómicos" como el grosor del cráneo, por ejemplo. Solís-Ortiz y cols. (1994) estudiaron el EEG de 9 mujeres durante todo su ciclo menstrual y encontraron en la PA, la PR y las correlaciones interhemisféricas, variaciones dependientes de la fase del ciclo menstrual en la que éstas se encontraban. Podría pensarse entonces que las diferencias electroencefalográficas entre sexos observadas en adultos no tendrían que darse necesariamente en los niños. Sin embargo, a pesar de que hay autores que no han encontrado diferencias en estas edades (Matousek y Petersén, 1973;

Gasser y cols., 1988), hay otros que sí las han observado: Matthis y cols. (1980) refieren que las niñas tienen un porcentaje de actividad theta mayor y un porcentaje de actividad alfa (9.5-12.5 Hz) menor que los niños. En un estudio longitudinal, Benninger y cols. (1984) encontraron que en las niñas, a partir de los 6 años, había una disminución más acelerada de las potencias a medida que se incrementaba la edad que en los niños; esto lo interpretaron como una aceleración en su desarrollo electroencefalográfico; ellos argumentan que el hecho de que las diferencias que existen antes de los 6 años (las niñas tienen mayor cantidad de ondas theta y menor cantidad de ondas alfa que los niños) desaparezcan a mayor edad, puede deberse a este desarrollo acelerado que ocurre en el EEG de las niñas. Un resultado similar fue reportado por Díaz de León y cols. (1988), quienes encontraron en niños de mayor edad (7-14 años) que las pendientes de las rectas de regresión de la PA delta y theta en función de la edad son más pronunciadas en las niñas que en los niños; ellos también analizaron la FM por bandas y observaron que la FM de la banda alfa se incrementa a mayor velocidad en los niños. Harmony y cols. (1990a) encontraron que la PR en las bandas delta, theta y beta era mayor en las niñas, pero que la PR alfa era mayor en los niños, sugiriendo esto posiblemente un patrón de mayor maduración electroencefalográfica en los niños que en las niñas; sin embargo, en las curvas de regresión con la edad, aunque existen diferencias a edades tempranas, éstas tienden a desaparecer en la pubertad, debido también a una aceleración en el desarrollo electroencefalográfico de las niñas, como planteaban Benninger y cols. Otero (1994) también refiere diferencias entre

sexos en el EEG de sueño realizado a niños entre 18 y 30 meses de edad; en general encuentra que los niños tienen mayor PA beta que las niñas en derivaciones posteriores; sin embargo, cuando analiza exclusivamente a los niños con alto riesgo sociocultural, encuentra que los niños tienen significativamente mayor actividad delta en temporales posteriores que las niñas. Marosi y cols. (1993) reportaron diferencias entre niños y niñas en las coherencias electroencefalográficas: las niñas tuvieron mayores valores de coherencia intrahemisférica que los niños en todas las bandas; sin embargo, al analizar las coherencias interhemisféricas las niñas tenían mayores valores en las bandas delta, theta y beta, pero menores valores en la banda alfa, al contrario de lo reportado por Corsi-Cabrera y cols. (1989) en adultos.

Como hemos visto, existen muchos factores que modifican el comportamiento del EEG. Debido a que éstos inducen gran variabilidad en los datos, nosotros controlamos algunos de ellos: el rango de edad de los niños incluidos en el estudio fue bastante reducido (de 8 a 10 años), excluimos a aquellos niños que tenían un nivel sociocultural muy bajo (madre con estudios inferiores a tercer grado de primaria o un ingreso familiar per cápita inferior al 50% del salario mínimo vigente en el momento del estudio), antecedentes biológicos graves (antecedentes de meningitis bacteriana, diabetes insípida, epilepsia) o un Coeficiente Intelectual inferior a 80 en la escala total del WISC-R (Wechsler, 1974). Además, todos los registros se realizaron entre las 12:30 y las 6:00 de la tarde, reduciendo así los efectos de las variaciones circadianas del EEG. Se excluyeron también a aquellos niños cuyos

problemas académicos eran secundarios a problemas emocionales.

Sin embargo, aunque el ser muy estrictos al seleccionar la muestra tiene la ventaja de que minimiza la variabilidad del error, también tiene la desventaja de que limita la generalización de los resultados (Pollock y cols., 1990). Es por ello que en este estudio incluimos a todos los niños de la escuela primaria "Isidro Castillo" que quisieron participar en el trabajo y satisfacían los criterios de selección antes expuestos. Esto conllevó a que uno de los factores que indujera mayor variabilidad en la muestra fuera el desempeño académico de los niños: la muestra estaba compuesta por niños que iban desde controles sin ningún problema hasta niños que habían reprobado algún grado escolar y cuyos padres y maestros reportaban deficiencias importantes en el aprendizaje.

El hecho de haber aceptado a todos los niños definidos anteriormente, procedentes de una misma escuela primaria normal, trajo consigo muchas dificultades en la clasificación de los niños en dos categorías: niños con Deficiencias en el Aprendizaje (DA) y niños sin DA, a los que llamaremos "niños control". Sin embargo, a pesar de las dificultades, logramos diferenciar 2 grupos, incluyendo en el grupo de niños con DA a aquellos niños que habían reprobado algún grado, recibían clases especiales en un centro psicopedagógico o tenían muchos problemas académicos según la opinión de los padres y los maestros. Por lo tanto, definimos en esta tesis como niño con DA a aquel niño que tiene un coeficiente intelectual normal (mayor que 80 en el WISC-R),

sin antecedentes biológicos de riesgo importantes, ni desventajas socioculturales, ni alteraciones estructurales importantes según la TAC, con problemas académicos (reprobación de un grado escolar o detección de problemas, hecha por los maestros, que ameritaba la asistencia a un centro psicopedagógico) que no son secundarios a un problema emocional. Por otro lado, Marosi y cols. (1992) definieron como niños con TA a los que satisfacían el siguiente criterio: (a) los padres de los niños llenaron un cuestionario en el que dieron información sobre su aprovechamiento académico; (b) casi todos los niños con TA habían repetido al menos 2 grados escolares; (c) sus padres y maestros consideraban que tenían problemas de aprendizaje. En su artículo Marosi y cols. (1992) además comentan que excluyeron del estudio a aquellos niños con déficits visuales o auditivos, con epilepsia o con otros problemas neurológicos. Puede notarse la similitud que existe entre los niños clasificados como DA en esta tesis y los niños con TA de la literatura.

Cuando los padres referían que los niños tenían problemas escolares, éstos consistían principalmente en dificultades en la lectura. Tomando esto en cuenta, y debido a lo subjetivo del procedimiento para clasificar en control y DA, decidimos aplicar una Batería para detectar Trastornos en la Lectura (BTL, Reigosa y cols., 1994), la cual se presenta en forma de video juego y es calificada automáticamente por la computadora. Esta batería consta de varios items, cada uno de los cuales explora un componente específico del proceso de lectura; las calificaciones obtenidas en cada uno de ellos en cuanto a la proporción de

respuestas incorrectas se incluyeron en un Análisis de Cúmulos ("Cluster Analysis") para obtener 2 grupos: uno de niños con Deficiencias en la Lectura (DL) y otro de niños Control en la Lectura (CL).

A pesar de que contamos con dos clasificaciones diferentes, hay muchos reportes en la literatura sobre la gran heterogeneidad que pueden presentar los grupos DA y DL definidos en esta tesis. Batchelor y Dean (1993) consideran que, independientemente de la edad, los niños con problemas de aprendizaje se pueden clasificar en 2 subgrupos: uno con deficiencias difusas que prácticamente no varían con la edad y otro con problemas neuropsicológicos específicos que pueden variar con la edad; el hecho de que en este segundo grupo las deficiencias puedan ser distintas a las diferentes edades abre la posibilidad incluso de que este grupo represente a 3 subtipos de niños con problemas de aprendizaje con déficits únicos para su edad. En otro estudio en el que se aplicó la BTL a niños previamente clasificados como control o TA, Alvarez y cols. (1992) comentan que llama la atención la naturaleza y la heterogeneidad de los perfiles que caracterizan las deficiencias en la BTL observadas en el grupo de niños con TA. Muchos otros trabajos utilizan clasificaciones basadas en los déficits que presentan los niños específicamente en la lectura. Así que mientras Rayner y Pollatsek (1989) diferencian entre Lectores Deficientes ("poor readers"), Disléxicos (del Desarrollo) y Lectores Retrasados ("backward readers"), Bakker (1992) y Hynd (1992) consideran que dentro del grupo de niños con Dislexia del Desarrollo existen al menos 2 tipos. Esto puede dar una idea de

la gran variabilidad que puede existir en un grupo de niños con problemas en la lectura.

Se consideran "Lectores Retrasados" aquellos niños en los cuales sus deficiencias en la lectura están relacionadas con un bajo Coeficiente Intelectual. Por el contrario, los "Lectores Deficientes" y los "Disléxicos" tienen un Coeficiente Intelectual normal; los primeros se caracterizan por tener entre 1 y 2 años de retraso y los segundos por tener más de 2 años de retraso en la lectura de acuerdo a su edad. Por esta razón creemos que el grupo de niños con DL incluido en esta tesis está formado por Lectores Deficientes según la clasificación de Rayner y Pollatsek (1989).

TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTADA DE CRANEO

A los niños que participaron en esta investigación, se les hizo un estudio de Tomografía Axial Computada (TAC) de cráneo. Esta, además de utilizarse como criterio para excluir a aquellos niños que presentaran alguna anomalía estructural, se empleó para intentar replicar algunos hallazgos que encontramos en otro grupo de niños con TA de edades mayores (Fernández y cols., 1995a) en donde correlacionamos algunos parámetros derivados de las TACs con variables espectrales del EEG; incluso en esta tesis tenemos la posibilidad de comparar las características tomográficas de dos grupos de niños (Niños Control vs. Niños DA o Niños Control de Lectura vs. Niños Lectores Deficientes).

En el trabajo anterior de Fernández y cols. (1995a) encon-

tramos que la característica principal de los niños con TA que presentaban un EEG muy lento era la gran asimetría interhemisférica de sus Ventriculos Laterales y de sus Cisuras de Silvio.

Las asimetrías ventriculares han sido objeto de estudio desde hace mucho tiempo. LeMay (1976) reporta que de cien individuos diestros estudiados, 78 tenían el Ventrículo Lateral izquierdo mayor que el derecho en el plano occipital, y sólo 5 tenían invertido este patrón; en el plano frontal ocurría al revés: eran mayores las dimensiones del Ventrículo Lateral derecho en el 70% de los sujetos y en el 13% se veía el patrón inverso. Esto, aunado al hecho de que en los zurdos hubiera una tendencia a la simetría en ambas zonas, sugirió que la dominancia cerebral jugaba un papel importante en las asimetrías cerebrales. En general LeMay observó que el 68% de los individuos tenía el ventrículo lateral izquierdo mayor que el derecho; en cambio, en un grupo de disléxicos encontró que sólo en el 33% se mantenía esta relación. Según Hynd y Semrud-Clikeman (1989) los datos que pueden aportar los sistemas ventriculares no tienen tanto peso, ellos encontraron que en los disléxicos existe una tendencia a la simetría en el plano temporal. Galaburda y cols. (1985) en un análisis postmortem de 4 adultos con problemas de lectura reportaron también que existía simetría del plano temporal derecho e izquierdo además de ectopias más frecuentes en las regiones frontal y temporal superior izquierda. Sin embargo otros autores afirman que los disléxicos tienen un plano temporal mayor que lo normal (Larsen y cols., 1990) y otros plantean que tienen un

plano temporal menor (Hynd y cols., 1990). Schultz y cols. (1994) consideran que estas diferencias se deben a factores no controlados; ellos analizaron la influencia del sexo y la edad y encontraron que si el factor edad no se tomaba en cuenta, existían diferencias significativas entre normales y disléxicos; pero que si se corregía por el efecto de la edad y por el tamaño global del cerebro, estas diferencias desaparecían. Este estudio pone de relieve la importancia de considerar medidas que tomen en consideración el volumen global del cerebro, como es el caso del índice cerebro-ventricular que se analizó en esta tesis, y de contemplar la necesidad de hacer comparaciones interhemisféricas de estructuras homólogas, como son las cisuras de Silvio y los Ventriculos Laterales.

En relación con los lectores deficientes, existen pocos trabajos en la literatura que hayan analizado la estructura cerebral por métodos de imagen y la mayoría de estos trabajos se ha orientado a revisar si existen anomalías cerebrales. Se reporta que del 20% al 40% de los niños lectores deficientes presentan atrofia cortical con dilatación de los ventrículos y de las cisternas basales, y anomalías del desarrollo como agenesia del cuerpo calloso y quistes aracnoideos (Lindgam y cols., 1982; Denckla y cols., 1985). En un estudio anterior de nuestro grupo de trabajo, realizado en 43 niños con coeficiente intelectual normal, Fernández-Bouzas y cols. (1991) establecieron una correlación entre la TAC, los hallazgos electrofisiológicos y las características conductuales de los mismos. En los 10 niños normales, sin problemas de aprendizaje y sin alteraciones

electrofisiológicas las TAC fueron normales; en 19 niños normales sin problemas de aprendizaje, pero con alteraciones electrofisiológicas, un niño tuvo alteraciones en la TAC; en contraste, de 14 niños con problemas de aprendizaje y con alteraciones electrofisiológicas hubo 6 con francas anormalidades en la TAC. Estas alteraciones se encontraban en el hemisferio izquierdo y en 3 de los niños estaba aumentada la cisterna de Silvio izquierda. A pesar de estos resultados, cuando se intentaron correlacionar las medidas lineales de la TAC con parámetros electroencefalográficos no hubo resultados significativos. Además de que ese grupo era muy heterogéneo, en ese estudio no se midieron los volúmenes ventriculares, y el aumento de tamaño de los ventrículos y de las cisternas fue evaluado subjetivamente por los radiólogos. Esto motivó el estudio posterior de 16 niños con deficiencias en la lectura al que nos referimos antes (Fernández y cols., 1995a); en esos otros niños, además de la relación de la TAC con los parámetros derivados del análisis de frecuencias del EEG, llamó la atención que en 11 de ellos se observaba actividad paroxística, que consistió principalmente en trenes de ondas lentas de gran amplitud, localizada, en 6 de los niños, en la región parieto-occipital derecha. Los hallazgos de franca dilatación del ventrículo lateral izquierdo, lo cual se correlacionó con mayor actividad delta y theta en ese hemisferio, y la alta frecuencia con la que se observó actividad paroxística en el EEG sugerían que en esos niños la base de su problema de aprendizaje posiblemente era orgánica. Los niños de esa muestra tenían problemas de aprendizaje más graves que los niños incluidos en esta tesis, pues algunos habían repetido hasta 3 veces el

mismo grado escolar, mientras que en este estudio, a lo sumo, los niños habían reprobado un año.

En el trabajo actual se descartó un niño por tener una agenesia del cuerpo calloso.

A continuación detallaremos el procedimiento utilizado para clasificar a los niños de acuerdo a dos criterios y comparar éstos en cuanto al WISC, la BTL, el EEG y la TAC, intentando replicar los resultados obtenidos por otros autores en relación a la presencia de mayor actividad lenta en el EEG de los niños con deficiencias en el aprendizaje.

A un grupo de 54 niños voluntarios procedentes de la escuela primaria "Isidro Castillo", con edades entre 8 y 10 años se les aplicaron las siguientes pruebas:

- 1- Estudio Neurológico
- 2- WISC (Escala de Inteligencia de Weschler para niños)
- 3- Entrevista al tutor (la madre en la mayoría de los casos)
- 4- TAC (Tomografía Axial Computada) de cráneo

ESTUDIO NEUROLOGICO

El estudio neurológico sirvió para descartar de la muestra a aquellos niños que presentaban alguna alteración neurológica. Este estudio lo llevó a cabo el Dr. Vicente Guerrero.

WISC

El WISC se utilizó para excluir de la muestra a los niños

cuyo Coeficiente Intelectual (CI) resultante del WISC fuera menor que 80, por considerarse Retraso Mental. Este estudio estuvo a cargo de la M.en C. Guillermina Yáñez. El WISC consta de 2 partes: una verbal y otra ejecutiva, cada una de ellas compuesta por numerosas subpruebas. Se consideraron las siguientes variables derivadas del WISC:

WV: Puntuación obtenida en la escala verbal del WISC.

WE: Puntuación obtenida en la escala ejecutiva del WISC

WT: Puntuación global de la prueba conocido como coeficiente de inteligencia.

DIGITOS: Puntuación obtenida en la subprueba de retención de dígitos, que evalúa memoria en el WISC.

CODIFICACION: Puntuación obtenida en la subprueba de codificación o transcripción de claves o símbolos.

ENTREVISTA AL TUTOR

Con la entrevista al tutor, que en general era la madre y/o el padre, se obtuvo información sobre el ambiente socioeconómico en el que se desarrollaba el niño, sobre los antecedentes biológicos de riesgo que éste había presentado tanto en el período perinatal como en el curso de su vida y sobre los aspectos emocionales que habían incidido en él. Se descartaron todos aquellos niños cuya madre (o tutor) tuviera un nivel escolar inferior al nivel que cursaba el niño o en cuya familia hubiera un ingreso per cápita promedio inferior a \$ 250.00, lo que representaba aproximadamente el 50% del salario mínimo. También fueron excluidos de la muestra aquellos niños con antecedentes biológicos de alto riesgo (antecedentes de epilepsia, meningitis

bacteriana, diabetes insípida) y aquellos niños que iniciaron su problema de aprendizaje a raíz de algún problema emocional (separación de los padres, abandono materno).

TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA (TAC) DE CRANEO

Se excluyeron de la muestra a los niños que presentaban alteraciones cerebrales importantes en la TAC. Este estudio fue realizado por el Dr. Antonio Fernández Bouzas y el Dr. Ignacio Flores en el Hospital Juárez de México. Además del informe radiológico se obtuvieron las siguientes medidas:

VLD: Volumen del Ventrículo Lateral Derecho

VLI: Volumen del Ventrículo Lateral Izquierdo

SVL: Suma de los Ventrículos Laterales

CSD: Volumen de la Cisura de Silvio Derecha

CSI: Volumen de la Cisura de Silvio Izquierda

V3: Volumen del Tercer Ventrículo

V4: Volumen del Cuarto Ventrículo

CP: Volumen de las Cisternas Pónticas

CC: Volumen de las Cisternas Cuadrigéminales

DAC: Densidad de las Areas Cerebrales (sólo en los cortes tomográficos en los que se observaba la imagen de algún ventrículo lateral)

ICV: Índice Cerebro-Ventricular ($DAC/(VLD+VLI)$)

En resumen, se seleccionaron para el estudio a aquellos niños que eran normales desde el punto de vista neurológico, que tenían valores de WISC mayores que 80, que no presentaban alteraciones estructurales importantes en la TAC de cráneo, que no

tenían antecedentes socioeconómicos ni biológicos de riesgo y, que en caso de presentar algún problema de aprendizaje, éste no era secundario a un problema emocional.

A los niños que satisfacían todos estos criterios se les aplicaron las siguientes pruebas:

5- BTL (Batería para detectar Trastornos en la Lectura)

6- EEG en condición de reposo con ojos cerrados.

BATERIA PARA DETECTAR TRASTORNOS EN LA LECTURA (BTL)

La BTL es uno de los pocos instrumentos en forma de videojuego que permite evaluar los diferentes componentes cognoscitivos que integran el proceso de lectura en el lenguaje castellano (Silva y cols., en prensa). Esta batería se construyó a partir de un modelo de reconocimiento y producción de palabras derivado de estudios psicolingüísticos y neuropsicológicos (Silva y cols., en prensa).

Esta batería está instalada en una computadora PC AT 80286 con un monitor VGA de 14 pulgadas. Acoplado a ella hay un micrófono con un dispositivo sensible al sonido. Esto permite registrar de manera automática el Tiempo de Reacción (TR). La aplicación de la BTL estuvo a cargo del M.en C. Juan Silva; es importante que sólo exista un investigador aplicando la batería pues con esto se disminuyen en gran medida las diferencias que pudieran existir en las calificaciones de algunas tareas y en los TR de otras.

A continuación se describen las tareas incluidas en la BTL:

- Lectura de palabras regulares, irregulares y pseudopalabras

De acuerdo al modelo de reconocimiento y producción de palabras, con esta tarea se evalúan de manera conjunta todas las rutas por las que atraviesa el proceso de lectura.

En el monitor de la computadora se presentaban aleatoriamente de una en una, un total de 135 palabras (45 regulares, 45 irregulares y 45 pseudopalabras). Las palabras regulares son aquellas que están compuestas por letras que tienen una única pronunciación en español (por ejemplo "pendiente"), las irregulares contienen alguna letra que puede pronunciarse de más de una manera en español (por ejemplo "geranio"; nótese que la "g" puede pronunciarse como "g" o como "j") y las pseudopalabras son palabras que no existen en castellano, pero que pueden pronunciarse (por ejemplo "timeca").

Cada palabra permanecía durante 5 seg en el monitor, en este tiempo el niño debía leer cada palabra hablando por el micrófono conectado a la computadora. El investigador que aplicaba la prueba calificaba la articulación de las palabras (bien o mal) y automáticamente quedaba registrado el TR. Las variables resultantes de esta prueba son:

TPREG: Tiempo Promedio en la Lectura de Palabras Regulares.

TPIRR: Tiempo Promedio en la Lectura de Palabras Irregulares.

TPSEU: Tiempo Promedio en la Lectura de Pseudopalabras.

EREG: Proporción de Errores en la Lectura de Palabras Regulares.

EIRR: Proporción de Errores en la Lectura de Palabras Irregulares

ESEU: Proporción de Errores en la Lectura de Pseudopalabras.

- Lectura y comprensión de un texto.

Esta tarea explora la velocidad y la comprensión de la lectura.

Primeramente el niño debía leer en silencio un texto; al finalizar, el experimentador oprimía una tecla para indicar que había terminado y de esta manera poder calcular el tiempo utilizado en la lectura del mismo. Después el niño debía contestar tres preguntas relacionadas con el texto, pero que tenían diferentes niveles de complejidad: la respuesta a la primera pregunta el niño podía encontrarla directamente en el texto, la respuesta a la segunda pregunta podía encontrarla de manera indirecta y la respuesta a la tercera pregunta era la interpretación que el niño hacía del texto. El investigador que aplicaba la tarea calificaba las respuestas de "bien", "regular" o "mal" oprimiendo las teclas "B", "R" o "M" respectivamente.

Las variables resultantes de esta tarea son:

PAL: Número de palabras por minuto leídas en silencio.

COMP: Proporción de errores.

- Nominación de figuras.

Con esta tarea pueden evaluarse la extensión del vocabulario del niño, la velocidad de acceso al sistema semántico y la eficiencia en la búsqueda de los sonidos a través del diccionario fonológico y del nivel fonético.

Se presentaron de manera secuencial varias figuras en el monitor de la computadora, cada figura permanecía expuesta durante 3 seg. El niño debía nominar cada figura en el menor tiempo posible hablando por el micrófono, de este modo quedaba registrado el TR para cada ítem; el investigador que aplicaba la tarea

debía calificar la ejecución en una de dos categorías (bien o mal). De esta tarea resultaron las siguientes variables:

TPNOM: Tiempo de reacción promedio en la nominación de figuras.

ENOM: Proporción de errores en la nominación de figuras.

- Ordenamiento de oraciones

En esta tarea se evalúa la habilidad en el uso de las reglas gramaticales del lenguaje escrito.

En la pantalla se presentaron secuencialmente 10 oraciones con diferente grado de complejidad sintáctica (oraciones simples y oraciones complejas). En cada una de las presentaciones las palabras que constituían a la oración se encontraban desordenadas (por ejemplo, "de la jugar podrás termines hacer cuando tarea") y el niño debía ordenarlas de modo que la oración tuviera sentido ("cuando termines de hacer la tarea podrás jugar" o "podrás jugar cuando termines de hacer la tarea" o "podrás hacer la tarea cuando termines de jugar", etc.). Se registraba automáticamente el tiempo entre la presentación de la oración con las palabras en desorden y la oración "ordenada" por el niño, automáticamente quedaba calificado el ordenamiento considerando todas las posibilidades correctas. Se derivaron las siguientes variables:

TPORD: Tiempo Promedio en el ordenamiento de oraciones simples

TPORDC: Tiempo Promedio en el ordenamiento de oraciones complejas

EORD: Proporción de errores en el ordenamiento de oraciones simples.

EORDC: Proporción de errores en el ordenamiento de oraciones complejas.

- Completamiento de oraciones.

En esta tarea se evalúan las mismas habilidades que en la tarea anterior, pero con ella se puede clasificar el tipo de error: errores gramaticales (errores en género o número), errores semánticos (errores que hacen que la oración carezca de sentido aunque haya correspondencia gramatical) y errores absurdos (una combinación de los dos anteriores).

En el monitor se presentaba una oración incompleta (por ejemplo "El _____ estaba ladrando") y el niño debía escoger entre tres opciones (por ejemplo "perro" "perros" "sobre") cuál era la palabra adecuada para completar la oración ("perro" en este caso). El investigador inmediatamente seleccionaba en la computadora la opción escogida por el niño para poder medir el TR, y la computadora calificaba automáticamente la respuesta. De aquí se derivaron las siguientes variables:

TPCOM: Tiempo Promedio en el completamiento de oraciones

EGRAM: Proporción de errores gramaticales

ESEM: Proporción de errores semánticos

EABS: Proporción de errores absurdos

ECOM: Proporción de errores total en el completamiento de oraciones

- Categorización fonológica del sonido terminal con presentación de figuras.

Esta tarea evalúa la capacidad de discriminar los sonidos terminales de las palabras que corresponden a las tres figuras que se presentan. En el monitor se presentaban tres figuras (por ejemplo, un tigre, un gato y un pato); el niño debía decir qué palabra no rimaba con las otras (en este caso, tigre). La compu-

tadora medía automáticamente el TR y calificaba si la respuesta era correcta o no. De esta prueba se derivaron las siguientes variables:

TPFIG: Tiempo promedio en la categorización fonológica de figuras

EFIG: Proporción Total de errores en la categorización fonológica de figuras.

- Categorización fonológica del sonido inicial con presentación de palabras.

Esta tarea evalúa la capacidad de discriminar los sonidos iniciales del primer fonema de las palabras que se presentan.

Al igual que en el caso anterior se presentaban 3 palabras (por ejemplo, HILO-HUESO-IGLESIA) y el niño debía decir cuál de ellas comenzaba con un sonido diferente (HUESO en este ejemplo). El investigador que aplicaba la prueba tecleaba el número correspondiente a esta figura y la computadora registraba automáticamente el TR y calificaba la respuesta. De esta prueba se obtuvieron las siguientes variables:

TPAL: Tiempo promedio en la categorización fonológica de palabras

EPAL: Proporción Total de errores en la categorización fonológica de palabras.

- Percepción de rasgos.

Con esta tarea se evaluó la eficiencia de la discriminación perceptual de signos que representaban los trazos de las letras, la capacidad de memoria visual en presentaciones de poco tiempo de duración y la sensibilidad al enmascaramiento.

Se le presentaba al niño durante 1 seg una figura patrón que podía o no estar enmascarada y 32.767 seg más tarde se le presen-

taban 5 figuras simultáneamente, de las cuales debía seleccionar la figura idéntica al patrón. Inmediatamente que el niño señalaba la figura seleccionada, el investigador marcaba el número correspondiente para que quedara registrado el TR y la computadora calificara la respuesta automáticamente. Las variables derivadas de esta prueba fueron:

TPSIM: TR en la percepción de rasgos simples.

TPEJO: TR en la percepción de rasgos complejos.

TPENS: TR en la percepción de rasgos simples con enmascaramiento.

TPENC: TR en la percepción de rasgos complejos con enmascaramiento

ESIM: Proporción de errores en la percepción de rasgos simples.

EJO: Proporción de errores en la percepción de rasgos complejos.

ENS: Proporción de errores en la percepción de rasgos simples con enmascaramiento.

ENC: Proporción de errores en la percepción de rasgos complejos con enmascaramiento.

EPERCEP: Proporción de errores total.

EDICION Y ANALISIS DEL EEG EN CONDICION DE REPOSO

En cada uno de los registros de EEG en condición de reposo se seleccionaron entre 19 y 30 segmentos libres de artefactos, de 2560 ms cada uno. Se hizo un análisis de frecuencias de Banda Ancha y en cada una de las bandas (delta: 1.5 Hz - 3.5 Hz, theta: 4.0 Hz - 7.5 Hz, alfa: 8.0 Hz - 12.5 Hz, beta: 13.0 Hz - 19.0 Hz) se calcularon los siguientes parámetros espectrales del EEG:

- 1- Potencia Absoluta (PA) en cada derivación.
- 2- Potencia Relativa (PR) en cada derivación.

- 3- Frecuencia Media Total (FM) en cada derivación.
- 4- Densidad de Corriente Absoluta en cada derivación.
- 5- Densidad de Corriente Relativa en cada derivación.
- 6- Frecuencia Media Laplaciana Total (FML) en cada derivación.

En lugar de usar los términos "Densidad de Corriente Absoluta" y "Densidad de Corriente Relativa" usaremos los términos "Potencia Absoluta en Montaje Laplaciano" (PAL) y "Potencia Relativa en Montaje Laplaciano" (PRL) sin olvidar nunca que éstas son medidas de densidad de corriente y no de potencia.

El sistema de análisis de EEG del MEDICID 03E permite que, aunque el registro se haya hecho considerando un montaje referencial A1-A2 (o monopolar, como se le llamaba antiguamente), la referencia pueda ser modificada por un programa para adoptar el montaje adecuado a cada una de las medidas. Así, para las medidas de densidad de corriente se utilizó el montaje Laplaciano; éste tiene la ventaja de que realza la actividad cortical sobre la actividad más profunda y localiza mejor su origen (Pascual y cols., 1990).

De cada EEG en reposo con ojos cerrados se elaboró un informe electroencefalográfico en el que se incluyeron tanto el análisis visual del EEG como la comparación de la PA, la PR y la FM con las normas correspondientes a la edad de cada niño; es decir, los valores Z estandarizados de acuerdo a la edad. En este informe se reportaron las características que se observaban en el EEG (frecuencia dominante, ondas anormales, localización de las mismas, modulación del ritmo alfa, gradiente anteroposterior del

ritmo alfa y reactividad a la apertura de ojos) y las desviaciones por más de 2 desviaciones estándar de la norma, así como asimetrías relevantes entre regiones homólogas (diferencias de más del 50% en la PA, diferencias de más del 10% en la PR y diferencias de más de 0.5 Hz en la FM).

TRATAMIENTO DE LOS DATOS

I.- ANALISIS DEL EFECTO DE LA EDAD

I.I - Se hizo un análisis de correlaciones de Pearson entre la edad y cada una de las variables derivadas de la BTL.

I.II - Se hizo un análisis de correlaciones de Pearson entre la edad y cada una de las variables derivadas del EEG.

I.III - Se hizo un análisis de correlaciones de Pearson entre la edad y cada una de las variables derivadas de la TAC.

II.- CLASIFICACION DE LA MUESTRA EN DIFERENTES GRUPOS DE ACUERDO A SU EJECUCION EN LA BATERIA PARA DETECTAR TRASTORNOS DE LA LECTURA (BTL)

II.I.- Las variables que medían proporciones de errores en las distintas pruebas de la BTL fueron incluidas en varios métodos de Análisis de Cúmulos (*Cluster Analysis*) para detectar grupos de niños que se diferenciaron según estas variables de la BTL (EREG, EIRR, ESEU, ENOM, EORD, EORDC, EGRAM, ESEM, EABS, ECOM, EFIG, EPAL, ESIM, EJO, ENS, ENC y EPERCEP). Los distintos métodos de Análisis de Cúmulos estuvieron precedidos por el procedimiento "ACECLUS" (User's Guide SAS/STAT, 1992), método diseñado para buscar la medida entre sujetos óptima que será incluida en el Análisis de Cúmulos. Ellos sugieren que la

proporción p del ACECLUS se varíe desde 0.001 hasta 0.5 y que para cada valor que se le de a p se aplique el mismo método de Análisis de Cúmulos. Esto debe hacerse para cada uno de los métodos de Análisis de Cúmulos, para luego evaluar qué tan bueno fue tomar ese valor específico de p utilizando ese método particular de análisis a partir del valor que tenga el Criterio Cúbico de Conglomerados (CCC) en el número de grupos ("clusters") que se deseen tener (en nuestro caso pensamos que sería bueno tener 2 ó 3 grupos, pero no más porque se reduciría demasiado el tamaño de muestra en cada grupo). Se aplicaron todos los métodos de Análisis de Cúmulos que tiene el SAS, excepto los que fueron diseñados para probabilidades no paramétricas; estos son: "AVERAGE" (UPGMA), "CENTROID", "COMPLETE" (Método Máximo o del Vecino más Próximo)", "EML", "FLEXIBLE", "MCQUITTY" (WPGMA), "MEDIAN", "SINGLE" (Método Mínimo o del Vecino más cercano) y "WARD".

II.II.- Una vez separados los niños en grupos de acuerdo a su desempeño en la BTL, procedimos a hacer un Análisis Discriminante Canónico para determinar qué tan buena era la clasificación del Análisis de Cúmulos.

III.- CLASIFICACION DE LA MUESTRA EN DIFERENTES GRUPOS DE ACUERDO A UN CRITERIO CLINICO

Aunque este criterio no es tan objetivo como el expuesto anteriormente, ha resultado ser de mucha utilidad en muchos casos. De hecho, ha sido con criterios de este tipo con los que hemos distinguido a nuestras poblaciones en trabajos previos y mediante ellos hemos hecho hallazgos muy interesantes. En este caso nos basamos en la opinión de la madre y los maestros sobre

su situación académica; sin embargo hubo dos factores decisivos en la discriminación: independientemente de la impresión que se hubieran formado del niño las personas antes mencionadas, si un niño había reprobado algún grado escolar o se le había indicado que necesitaba atención especial en un centro psicopedagógico, este niño era considerado un niño con Trastornos en el Aprendizaje (TA).

Tomando en cuenta los dos criterios de clasificación por separado, para cada uno de ellos se hicieron las comparaciones entre grupos que exponemos a continuación:

IV.- ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS EN CUANTO A EDAD Y SEXO

Para analizar las diferencias de edad entre grupos se usó una t de Student y para analizar las diferencias de sexo se utilizó la Probabilidad exacta de Fisher.

V.- ANALISIS DEL EFECTO DE GRUPO, DE SEXO Y DE LA INTERACCION DEL GRUPO Y EL SEXO EN EL WISC, EN EL EEG EN REPOSO Y EN LA TAC DE CRANEO.

Para cada variable derivada del WISC, del análisis de frecuencias del EEG y de la TAC se hizo un Análisis de Varianza para ver si sobre ella existía efecto del grupo, efecto del sexo y efecto de la interacción del grupo y el sexo. En caso de que hubiera efecto del grupo y/o efecto del sexo, y no hubiera efecto de la interacción, decidimos analizar el efecto del grupo y el efecto del sexo por separado.

V.I - EFECTO DEL GRUPO

Se analizaron las diferencias entre grupos utilizando t de

Student por considerar este método más potente que el ANOVA. Se compararon DA vs. C por un lado y DL vs. CL por otro lado.

V.I.I.- ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS EN EL WISC.

V.I.II.- ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS EN LA BTL.

V.I.III.- ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS EN EL EEG EN REPOSO CON OJOS CERRADOS.

V.I.III.I.- Además de la interpretación del EEG de cada niño, a partir del análisis visual del EEG, éste se clasificó en "normal", "normal atípico", "límitrofe" o "anormal" según la clasificación de Becker y cols. (1987). Se calculó el porcentaje de EEGs anormales en cada grupo según los dos criterios de clasificación.

V.I.III.II.- Para cada variable derivada del análisis de frecuencias del EEG, se le hizo la transformación apropiada (ln o logit) y se aplicó una t de Student para explorar diferencias entre grupos de acuerdo a los dos criterios de clasificación.

V.I.IV.- ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS EN LA TAC.

Se hicieron t de Student para ver si existían diferencias significativas entre grupos de acuerdo a los dos criterios de clasificación. Además en cada subgrupo se hicieron comparaciones apareadas de estructuras homólogas (VLD vs. VLI y CSD vs. CSI).

V.II. - EFECTO DEL SEXO

Se analizaron las diferencias entre niños y niñas utilizando t de Student por considerar este método más potente que el ANOVA.

V.II.I.- ANALISIS DEL EFECTO DEL SEXO EN EL WISC.

V.II.II.- ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS EN EL EEG EN REPOSO CON OJOS CERRADOS.

Para cada variable derivada del análisis de frecuencias del EEG, se le hizo la transformación apropiada (ln o logit) y se aplicó una t de Student para explorar diferencias entre niños y niñas.

V.II.III.- ANALISIS DEL EFECTO DEL SEXO EN LA TAC.

Se hicieron t de Student para ver si existían diferencias significativas entre niños y niñas.

Una vez aplicado el método descrito, obtuvimos los siguientes resultados:

Se estudiaron todos los niños voluntarios con edades entre 8 y 10 años procedentes de la escuela primaria "Isidro Castillo". Como ya se explicó en la metodología, 7 de estos niños fueron descartados de la muestra por diferentes causas, entre ellas se encontraron:

a) Coeficiente Intelectual menor que 80 (2 niños fueron descartados por este motivo).

b) Factores de riesgo biológico (2 se excluyeron por tener antecedentes de epilepsia, uno de meningitis bacteriana a los 2 años de edad y otro de diabetes insípida).

c) Desventaja socioeconómica (un solo niño fue descartado por este motivo, pues el ingreso per cápita promedio en su casa era menor de \$250.²² y su madre sólo tenía primer año de primaria terminado, sin embargo este niño también tenía un coeficiente intelectual inferior a 80).

d) Problemas emocionales que se pudieron relacionar como causantes de problemas de aprendizaje (sólo en un niño se pudo

relacionar el abandono materno con consecuencias escolares).

e) Alteraciones estructurales importantes en la TAC (un niño fue excluido por tener agenesis del Cuerpo Calloso y Cavum Septum Pellucidum muy dilatado).

La muestra quedó constituida por 47 niños (F=24, M=23) con edades entre 8.07 y 10.62 años (en promedio 9.21 años). Todos los niños tenían examen neurológico normal, coeficiente intelectual mayor que 80, no tenían antecedentes biológicos de riesgo, ni desventajas socioculturales, ni alteraciones estructurales importantes en la TAC, y en caso de presentar alguna deficiencia en el aprendizaje, ésta no era secundaria a problemas emocionales.

Establecimos un rango de edad muy estrecho intentando eliminar el efecto de la edad, sin embargo analizamos el efecto que ésta pudiera haber tenido en la BTL, en el EEG en condición de reposo y en la TAC. En la BTL y en la TAC no se observó correlación con la edad para ninguna variable. Aunque en la BTL se han reportado cambios con la edad (Reigosa y cols., 1994), pues el desempeño en la lectura es mejor a medida que el niño crece, nosotros no observamos cambios significativos de las variables de la BTL con la edad en esta muestra. Es posible que tanto en la TAC como en la BTL, con el rango de edad tan estrecho que usamos, logramos eliminar el efecto de la edad en las variables que constituyen a estas dos pruebas.

Sin embargo, en el EEG en reposo se observaron correlaciones positivas significativas entre la edad y la PR beta en todas las derivaciones excepto en O1, T3, T4 y T5; es decir, un incremento de la edad se relacionó con mayor actividad beta relativa. No

obstante la ausencia de correlaciones significativas en la FM y la PA así como en la PR en otras bandas, se observaron algunas tendencias: a medida que la edad se incrementaba, se observaba mayor Frecuencia Media total, menor PA delta, theta y alfa, mayor PA beta y además de mayor PR beta, una disminución en la PR theta; los valores de correlación de la PR delta y alfa fueron muy cercanos a cero. Estas tendencias están de acuerdo en lo que cabría esperar con la maduración, sin embargo, el rango de edad es tan pequeño que creemos que fue la razón de que prácticamente no se observara el efecto de la edad en las variables electroencefalográficas. En otras palabras, parece ser que con la restricción que hicimos al rango de edad, logramos eliminar su efecto sobre las variables electroencefalográficas consideradas en este estudio, a excepción de la PR beta.

Los niños se dividieron en 2 grupos de acuerdo a dos criterios de clasificación diferentes: el primero, según su ejecución en la BTL, y el segundo, según el criterio clínico de varios investigadores. Los resultados se exponen a continuación:

CLASIFICACION SEGUN LA EJECUCION EN LA BTL:

Las variables que medían proporción de errores en los distintos items de la BTL fueron incluidas en un Análisis de Cúmulos, el cual estuvo precedido por el procedimiento ACECLUS (SAS, 1993). Este procedimiento optimiza la medida con la que va a trabajar el Análisis de Cúmulos. Intentamos todos los métodos paramétricos de Análisis de Cúmulos del SAS variando la proporción p del ACECLUS desde 0.001 hasta 0.5

En la tabla A-I se muestran los sujetos que quedaron

incluidos en cada grupo. El grupo de niños con Deficiencias en la Lectura (DL) contaba con 21 individuos y el grupo Control de niños sin deficiencias en la Lectura (CL) tenía 26 sujetos.

El hecho de que ninguna correlación lineal de la edad con las variables de la BTL hubiera sido significativa, no descartaba el hecho de que pudiera haber una correlación no lineal. Por este motivo decidimos incluir a la edad en los Análisis de Cúmulos usados para clasificar a los niños de acuerdo a su perfil de ejecución en los distintos ítems de esta batería de lectura. Sin embargo, en todos los intentos que se hicieron incluyendo a la edad, no se pudieron formar grupos bien diferenciados.

CLASIFICACION SEGUN CRITERIO CLINICO

Los niños fueron divididos en dos grupos de acuerdo a lo explicado previamente: un grupo Control (C) y otro de niños con Deficiencias en el Aprendizaje (DA).

A pesar de que ésta es la manera clásica de clasificar a los niños en nuestro laboratorio, debemos reconocer que es mucho menos objetiva que la anterior, la cual posee variables cuantitativas que deberían permitir hacer una mejor evaluación. Sin embargo decidimos aplicar también este criterio, porque no obstante la desventaja de la subjetividad, tiene dos ventajas sobre el otro: una es que la evaluación es más integral, no se remite específicamente a la lectura, y otra es que el niño no está sujeto a estrés porque no sabe que está siendo evaluado.

En la tabla A-I puede verse qué niños quedaron incluidos en cada grupo. El grupo DA estuvo constituido por 19 sujetos y el grupo Control por 28, pero puede verse en la misma tabla que

aunque en número la diferencia fue de 2 sujetos, los grupos están formados por sujetos diferentes, de hecho hay 12 individuos que quedan en diferente grupo dependiendo de si la clasificación fue clínica o según la BTL.

TABLA A-I
CLASIFICACION DE LOS NIÑOS DE ACUERDO A LA BATERIA PARA DETECTAR TRASTORNOS EN LA LECTURA (BTL) Y SEGUN EL CRITERIO CLINICO (CC)

clasificación	BTL	CC	clasificación	BTL	CC
03			41		*
04			42		
06			43		
07	*	*	44	*	
08	*		45		
11	*		47		
13	*	*	48		
14	*		49		*
15			50		*
16	*	*	51		
19			52		
21			53		
22			54	*	
25		*	55		
26	*	*	56	*	*
27			57		
30	*		58	*	*
31	*		63		
32			64		*
35	*	*	65	*	*
36	*	*	66	*	*
38	*	*	71	*	*
40			73	*	*
			74	*	*

El asterisco (*) indica que según la clasificación de que se trate el niño está en el grupo con deficiencias (DL o TA), si no aparece ningún símbolo significa que está en el grupo control (CL o C).

No se encontraron diferencias de edad entre los grupos con el uso de ninguna de las dos clasificaciones, como lo muestra la Tabla A-II. A pesar de que las medias lo hacen evidente, se demostró estadísticamente con una t de Student.

TABLA A-II
 MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR DE LA EDAD EN CADA GRUPO

	BTL	CC
GRUPO CONTROL	9.21 ± 0.50	9.22 ± 0.60
GRUPO CON DEFICIENCIAS	9.21 ± 0.70	9.19 ± 0.62

Sin embargo sí se encontraron diferencias en la proporción de sexos entre los grupos, tanto con la clasificación según la BTL como según el Criterio Clínico. En ambos casos, la proporción de individuos del sexo masculino fue significativamente mayor en el grupo con deficiencias (DL o TA) y la proporción de individuos del sexo femenino fue mayor en el grupo control (Probabilidad exacta de Fisher < 0.00001). El número de sujetos en cada grupo se muestra en las Tablas A-IIIA y A-IIIB.

TABLA A-III
 DISTRIBUCION POR SEXOS

A
 BATERIA DE LECTURA (BTL)

	F	M
CL	16	10
DL	8	13

B
 CRITERIO CLINICO

	F	M
C	18	10
DA	6	13

De los 47 niños de la muestra, solamente 42 tienen estudio de TAC de cráneo. Como ya se explicó en la metodología, se midieron los volúmenes de algunas estructuras y se obtuvieron las siguientes variables: Volumen del 4to Ventrículo (V4), Volumen del 3er Ventrículo (V3), Volumen de los Ventrículos Laterales

Derecho e Izquierdo (VLD, VLI), Volumen de las Cisturas de Silvio Derecha e Izquierda (CSD, CSI), Volumen de la Cisterna Póntica (CP), Volumen de la Cisterna Cuadrigeminal (CC), Suma de los Volúmenes de los Ventriculos Laterales (SVL), Indice Cerebro-Ventricular (ICV), que como explicamos en la metodología es el resultado de dividir 100 veces el volumen de los ventriculos laterales entre el volumen cerebral. De estas variables solamente V4, CP y CC tenían una distribución Normal. A las restantes les aplicamos una distribución logarítmica y resultó que, excepto CSD y CSI, todas se distribuyeron Normalmente ($p > .05$). Como fue imposible encontrar una transformación que normalizara a las variables CSD y CSI, cualquier método estadístico en el que las incluyamos que requiera Normalidad, deberá ser interpretado con precaución. Los análisis estadísticos se hicieron utilizando las variables con distribución Normal, sin embargo en las tablas siempre presentamos los valores de las variables originales. En los casos que se hizo necesario, se usó una transformación logarítmica, la cual es una función monótona creciente, por lo tanto, el sentido de los cambios con la variable transformada y con la original es el mismo, es decir, no se modifica nuestra interpretación.

En la Tabla A-IV se presentan los valores promedio y las desviaciones estándar de los volúmenes de los espacios líquidos y del índice cerebro-ventricular derivado de las TAC de cráneo practicadas a estos niños. Se muestran estos valores, pero no se cuenta con normas para dar una conclusión acerca de lo normales que son estas medidas. Llama la atención la dimensión de la desviación estándar, que en ocasiones es superior a la media;

esto habla de una gran dispersión de estas medidas, lo cual podría estar dado por una muestra muy heterogénea. Las medias de los Ventriculos Laterales nos indican que en promedio el Ventrículo Lateral Derecho es menor que el Izquierdo; este mismo hallazgo se había reportado en otra muestra de niños mayores (Fernández y cols., 1995a).

TABLA A-IV
 MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDAR DE LAS VARIABLES DE LA TAC

PARAMETROS DE LA TAC	MEDIA	DESV. ESTANDAR
V4	0.61 ml	0.34
V3	0.31 ml	0.23
VLD	1.67 ml	1.22
VLI	2.29 ml	1.89
CSD	0.09 ml	0.10
CSI	0.13 ml	0.17
CP	1.27 ml	0.52
CC	0.53 ml	0.26
ICV	0.82	0.59
SVL	3.95 ml	3.00

Para explorar las diferencias entre grupos en cuanto al WISC, el EEG en condición de reposo con ojos cerrados y la TAC de cráneo, se efectuaron Análisis de Varianza en los que se consideraron no sólo el efecto de la pertenencia a un grupo, sino también el efecto del sexo y de la interacción del grupo y el sexo. Debido a que no hubo efecto de la interacción, es decir, que para las variables analizadas el efecto del sexo fue el mismo

en los dos grupos y viceversa: el efecto del grupo fue el mismo para ambos sexos, se presentarán por separado los resultados del efecto del grupo y del efecto del sexo. Por ser más potente la *t* de Student que el Análisis de Varianza para comparar 2 poblaciones, se presentarán los resultados que de ella se derivaron.

A continuación se analizará el efecto de la pertenencia a un grupo (ya sea que el grupo se haya obtenido a partir de la BTL o del criterio clínico de los investigadores) sobre los resultados en el WISC, en las variables derivadas del EEG en reposo y en los parámetros medidos en la TAC de cráneo.

Posteriormente se analizará el efecto del sexo y estará dividido en las mismas 3 partes, es decir, el efecto del sexo sobre el WISC, sobre el EEG y sobre la TAC.

EFEECTO DE LA PERTENENCIA A UN GRUPO

RESULTADOS EN EL WISC

Las variables seleccionadas del WISC para hacer comparaciones entre los grupos fueron WV, WE, WF, DIGITOS y CODIFICACION. Las variables WV, WE y WF tenían una distribución Normal, sin embargo DIGITOS y CODIFICACION no eran normales y no se pudo encontrar una transformación que las normalizara, por lo cual los resultados de la *t* serán tomados con reservas.

En la tabla A-V se presentan los resultados promedio y la desviación estándar de las variables seleccionadas del WISC en cada uno de los grupos de acuerdo a las dos clasificaciones

efectuadas. Puede verse que para ambos criterios de clasificación, los sujetos del grupo control tienen en promedio mayor puntuación en todas las variables que los sujetos con deficiencias. Estas diferencias son significativas con excepción de WE en la clasificación según el criterio clínico. Llamen la atención dos hechos: 1) fue mucho más significativa la diferencia entre los grupos en la escala verbal del WISC (WV) cuando los grupos se generaron por un criterio clínico que cuando se originaron de la BTL y 2) el hecho de que en la escala ejecutiva (WE) no hubo diferencias entre los grupos C y DA (clasificados según el criterio clínico) y sí existieron diferencias entre los grupos CL y DL (clasificados según la BTL).

TABLA A-V
WISC. MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR EN LOS GRUPOS OBTENIDOS
SEGUN LOS DOS CRITERIOS DE CLASIFICACION *

VARIABLE WISC	CLASIFICACION BTL		CLASIFICACION CLINICA	
	CL n=26	DL n=21	C n=28	DA n=19
WV	106.9 ± 9.9 p=.0011	94.7 ± 13.6 **	107.7 ± 8.9 p=.0000	92.2 ± 13.1 ****
WE	109.4 ± 13.9 p=.0115	98.9 ± 12.5 *	107.6 ± 14.4 p=.1054	100.6 ± 13.1
WT	108.8 ± 11.1 p=.0004	95.9 ± 11.3 ***	108.2 ± 10.5 p=.0006	95.4 ± 12.5 ***
DIGITOS	10.1 ± 2.8 p=.0053	7.8 ± 2.2 **	9.9 ± 3.1 p=.0037	7.76 ± 1.6 **
CODIFI- CACION	11.0 ± 4.0 p=.0140	8.2 ± 3.0 *	10.8 ± 4.0 p=.0179	8.11 ± 2.9 *

* Se indican los valores de p con los que se rechazó la hipótesis nula de igualdad de medias. En caso de existir diferencias significativas, a continuación de p aparecen de 1 a 4 asteriscos que representan lo siguiente: * $.01 \leq p < .05$, ** $.001 \leq p < .01$, *** $.0001 \leq p < .001$ y **** $p < .0001$.

Se compararon además en cada subgrupo los puntajes obtenidos

en la escala verbal (WV) con los de la escala ejecutiva (WE) usando una t apareada. Solamente se observaron diferencias significativas en el grupo DA ($p=0.0072$), siendo menor la puntuación en la escala verbal.

En la mayoría de los estudios de niños con TA, el criterio de clasificación usado ha sido un criterio clínico. En esos estudios, al igual que en éste, se exige que los niños con TA tengan un Coeficiente Intelectual normal (representado en el WISC por valores de WT entre 80 y 120), pero en general este coeficiente es inferior en los niños con TA que en los niños control, aunque en ambos se encuentre dentro del rango normal. Esta diferencia es más acentuada en el perfil verbal (WV) debido a que en general los niños con TA tienen valores de la escala ejecutiva superiores a los de la escala verbal, es decir, WE es mayor que WV como ocurre en esta muestra de niños con DA (Lyon, 1982; Rourke, 1990; La Buda y De Fries, 1990).

Llegado este punto es imposible no cuestionarse qué tan buena es esta clasificación según la BTL en relación al criterio clínico usado comúnmente, pues las diferencias entre grupos en el perfil verbal son más significativas entre los grupos DA y C que entre los grupos DL y CL. Si la BTL fue precisamente el instrumento utilizado para obtener los grupos DL y CL por medio de un Análisis de Cúmulos, entonces deberían existir grandes diferencias entre estos grupos en cuanto a las variables de la BTL. En las tablas A-VI y A-VII puede verse que existen más diferencias significativas entre las variables de la BTL cuando los grupos fueron clasificados siguiendo un criterio clínico que cuando se

usó el criterio de la BTL; esto sugiere que a pesar de que se tomaron todas las precauciones indicadas en el Análisis de Cúmulos, éste no resultó ser un buen método para clasificar a los niños; o al menos no resultó ser mejor que el método clínico usado habitualmente.

Las diferencias entre los grupos seleccionados utilizando el criterio de la BTL pueden verse en la tabla A-VI. La proporción de errores en la lectura de palabras regulares (ereg) e irregulares (eirr), es mayor en el grupo de niños con deficiencias en la lectura (DL) que en el grupo sin deficiencias (CL), así como la proporción de errores total en lectura de palabras (elec); aunque no se observaron diferencias en particular en errores de sentido (esen) ni en errores gramaticales (egram) del completamiento de oraciones, la proporción total de errores en dicho completamiento (ecom) fue mayor en el grupo DL. Lo mismo sucedió en la prueba de percepción de rasgos: no hubo diferencias en las pruebas parciales (esim, ejo, ens y enc) pero hubo una proporción mayor de errores en la percepción total (epercep). También se observó mayor proporción de errores en la prueba de aliteración (epal) y aunque no se observaron diferencias en el ordenamiento de oraciones simples (eord), sí lo hubo en el ordenamiento de oraciones complejas (eordc) y en el ordenamiento global (totord). En comprensión de lectura (comp) el grupo DL tuvo una evaluación más baja, así como en el número de palabras leídas por minuto (pal). En resumen, la mitad de las variables de la BTL mostraron diferencias significativas en el sentido esperado; sin embargo, si se usa el estricto criterio de Bonferroni, sólo 3 variables de

20 son significativamente distintas.

TABLA A-VI
VARIABLES DE LA BTL
COMPARACION ENTRE LOS GRUPOS CL Y DL
OBTENIDOS SEGUN EL CRITERIO BTL

VARIABLE	MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR		p
	CL	DL	
EREG	0.07 ± 0.05	0.15 ± 0.12	.0073 *
EIRR	0.07 ± 0.05	0.14 ± 0.09	.0081 *
ESEU	0.27 ± 0.14	0.32 ± 0.09	.1428
ELEC	0.14 ± 0.07	0.21 ± 0.08	.0054 *
COMP	0.97 ± 0.04	0.47 ± 0.22	.0001 **
ENOM	0.18 ± 0.05	0.20 ± 0.06	.1353
EORD	0.19 ± 0.20	0.27 ± 0.22	.1935
EORDC	0.35 ± 0.16	0.55 ± 0.23	.0012 **
TOTORD	0.28 ± 0.13	0.44 ± 0.13	.0005 **
ESEN	0.10 ± 0.28	0.27 ± 0.37	.0770
EGRAM	0.16 ± 0.34	0.37 ± 0.42	.0605
ECOM	0.05 ± 0.08	0.18 ± 0.19	.0076 *
EFIG	0.11 ± 0.14	0.19 ± 0.17	.0958
EPAL	0.39 ± 0.19	0.51 ± 0.15	.0288 *
ESIM	0.19 ± 0.16	0.22 ± 0.18	.5608
EJO	0.18 ± 0.20	0.16 ± 0.14	.5871
ENS	0.27 ± 0.25	0.33 ± 0.17	.3841
ENC	0.33 ± 0.22	0.27 ± 0.14	.3231
EPERCEP	0.17 ± 0.09	0.26 ± 0.14	.0195 *
PAL	81.00 ± 28.00	63.00 ± 27.00	.0300 *

Se indicó con * si $.0025 < p < .05$ y con ** si $p < .0025$, es decir ** está indicando que se satisface el criterio de Bonferro-ni.

Por otro lado, en la tabla A-VII pueden verse las compara-

ciones de las mismas variables de la BTL entre los grupos DA y C generados por el criterio clínico de clasificación. Aquí 6 variables de las 20 analizadas arrojan diferencias entre los grupos según el criterio de Bonferroni y además hay otras 6 si se usa $p < 0.05$. Según el criterio clínico hubo diferencias altamente significativas entre los grupos en la lectura de palabras regulares (ereg), irregulares (eirr) y pseudopalabras (eseu), así como en el resultado general de lectura de palabras (elec), siendo mayor la proporción de errores en el grupo TA; además la puntuación en la comprensión de la lectura (comp) y el número de palabras leídas por minuto (pal) fue significativamente inferior en este grupo. Otras pruebas en las que se observó una proporción mayor de errores en el grupo DA fueron el ordenamiento de oraciones complejas (eordc), el ordenamiento de oraciones en general (totord) y la percepción de rasgos en general (epercep). Estas diferencias se dieron también cuando los grupos fueron clasificados según la BTL; sin embargo también se observa una proporción de errores de sentido en el completamiento de oraciones (esen) y del completamiento de oraciones en general (ecom), así como mayor proporción de errores en la tarea de rimas en el grupo DA que en el C.

Llama la atención que las diferencias observadas en la BTL entre grupos fueran distintas cuando se utilizó la clasificación según la BTL que cuando se usó el criterio clínico de clasificación.

TABLA A-VII
 VARIABLES DE LA BTL
 COMPARACION ENTRE LOS GRUPOS C Y DA
 OBTENIDOS SEGUN EL CRITERIO CLINICO

VARIABLE	MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR		p
	C	DA	
EREG	0.06 ± 0.04	0.18 ± 0.11	.0002 **
EIRR	0.07 ± 0.05	0.16 ± 0.08	.0004 **
ESEU	0.24 ± 0.11	0.37 ± 0.10	.0003 **
ELEC	0.12 ± 0.05	0.24 ± 0.07	.0000 **
COMP	0.88 ± 0.23	0.55 ± 0.27	.0001 **
ENOM	0.17 ± 0.05	0.21 ± 0.06	.0649
EORD	0.21 ± 0.22	0.25 ± 0.20	.5731
EORDC	0.37 ± 0.16	0.54 ± 0.25	.0172 *
TOTORD	0.31 ± 0.14	0.42 ± 0.15	.0126 *
ESEN	0.05 ± 0.21	0.36 ± 0.41	.0066 *
EGRAM	0.22 ± 0.34	0.31 ± 0.39	.4478
ECOM	0.04 ± 0.08	0.20 ± 0.19	.0033 *
EFIG	0.10 ± 0.12	0.22 ± 0.17	.0148 *
EPAL	0.41 ± 0.20	0.50 ± 0.15	.1219
ESIM	0.17 ± 0.17	0.25 ± 0.17	.1049
EJO	0.16 ± 0.17	0.19 ± 0.18	.6198
ENS	0.33 ± 0.25	0.25 ± 0.16	.2043
ENC	0.32 ± 0.18	0.29 ± 0.20	.6673
EPERCEP	0.16 ± 0.08	0.28 ± 0.14	.0033 *
PAL	88.00 ± 26.00	52.00 ± 18.00	.0000 **

Se indicó con * si $.0025 < p < .05$ y con ** si $p < .0025$, es decir ** está indicando que se satisface el criterio de Bonferro-ni.

En lo que respecta a la lectura cabe destacar que los grupos DL y CL se diferencian principalmente por su ejecución en la prueba de ordenamiento de oraciones, en particular si se trata de oraciones complejas, y en la comprensión de la lectura; mientras que los grupos DA y C se diferencian principalmente en la lectura de palabras, la comprensión de la lectura y el número de palabras leídas por minuto. Evidentemente, lo que tradicionalmente se juzga en la lectura, además de la comprensión, es la corrección y la velocidad con que se realiza; por lo que estos resultados apoyan el hecho de que la clasificación clínica está más de acuerdo con la evaluación del niño que se hace en la escuela y en la casa.

EEG EN CONDICION DE REPOSO CON OJOS CERRADOS

En la tabla A-VIII se presenta un resumen del EEG en reposo en aquellos casos en los que en la inspección visual se observaba algún signo de anormalidad o en los que los valores resultantes del análisis cuantitativo no correspondían con los valores de las normas para la edad del niño. Para dar la conclusión de cada EEG se utilizó un criterio de interpretación basado en el de Becker y cols. (1987); ellos establecían una distinción entre los signos normales típicos del EEG, los signos normales atípicos, los signos de frontera o limítrofes y los signos anormales. En la tabla A- VIII se presenta la conclusión del EEG (CON). En total se observaron 8 niños con EEG anormal (A) y 11 con EEG limítrofe (L) en la muestra de 47 niños. De los 28 niños restantes, 27

tuvieron un EEG normal (N) sin signos atípicos y se observó 1 niño con signos normales atípicos del EEG (NA). Nosotros no registramos EEG durante hiperventilación, por lo tanto, con la excepción de este dato, mencionaremos cuáles fueron nuestros criterios de interpretación visual del EEG: Consideramos que un EEG era normal (N) si éste tenía una actividad alfa rítmica y organizada de acuerdo a la edad del niño y reactividad a la apertura de ojos; consideramos que un EEG normal era atípico (NA) si poseía los signos reportados en sujetos normales que no correlacionan con patología cerebral cuando se presentan solos y que se interpretan como variaciones normales del ritmo alfa (por ejemplo, un ritmo alfa que no está bien configurado). Si el EEG presentaba algunos elementos descritos en niños normales como indicadores de un retraso en la maduración cerebral (ondas lentas posteriores arrítmicas, ritmo posterior de 4-5 ciclos/segundo, trenes de ondas lentas de frecuencia theta y una mayor cantidad de actividad theta que la que corresponde a la edad del niño) consideramos que era un EEG límite (L). Interpretamos como EEG anormal (A) a aquel que presentaba elementos que pudieran estar reflejando procesos de patología orgánica o funcional independientes de la edad (por ejemplo: actividad delta polimórfica no paroxística, actividad paroxística generalizada, paroxismos de espigas, complejos espiga-onda lenta). También se consideró anormal el que presentaba 3 o más signos límite o cuyo análisis de frecuencias indicaba mayor PR delta o theta que la correspondiente a su edad. Cualquier otra forma de onda no mencionada, no estuvo presente en nuestra muestra.

TABLA A-VIII
NIÑOS CON EEG ANORMAL*

ID	BTL	CC	INSPECCION VISUAL	EEG CUANTITATIVO vs NORMAS	CON
03			OLPA con predominio del HD	↑PA θ (O2)	L
04			OLPA con predominio del HD		L
07	*	*	OLPA con predominio del HD		L
11	*		OLPA de mayor voltaje en HD. Trenes θ de gran ampl. en frontales y temp. izq. que no se bloquean con o.a	↑PR θ (C4,Cz)	A
13	*	*	OLPA de gran voltaje, a veces izq. y a veces der.	↑PRδ ↓PRα occip, ↓PRθ fr.	A
25		*	Trenes de OL frontales, OLPA y ritmo posterior de 4-5 ciclos/seg.		A
35	*	*	OLPA a veces izq. y a veces derechas		L
40			OLPA bilaterales		L
42			OLPA, Trenes de θ frontales, pariet. y línea media		L
43			OLPA bilaterales	↑PR θ (F3F4C3C4F8T4FzCz)	A
44	*		OLPA bilaterales	↑PA δ (O1,T6)	L
45			OLPA bilaterales		L
49		*	Ondas δ occipitales, α no está bien configurado	↑PR δ (O1,O2)	A
50		*	OLPA bilaterales		L
52			PX de OL con predominio HD Ritmo posterior de 4-5 Hz	↑PR θ (Fp2,F8,T4)	A
55			Un PX de ondas θ gralizado		L
58	*	*	α no está bien configurado		NA
64		*	OLPA (también con o.a). Actividad θ frontocentral con predominio izq.		L
66	*	*	Foco PX espiga-OL y OL en región temporal derecha	↑PA δ y θ parieto-occip.	A
74	*	*	PX de espigas aisladas en parietoccip. izq. OL post.	↑PR θ (T5)	A

* En la columna de conclusiones (CON) el EEG se clasificó como Anormal (A) o Limitrofe (L). OLPA:Ondas Lentas Posteriores Arrítmicas, OL:Ondas Lentas, PX: Paroxismo, HD:Hemisferio Derecho, o.a:ojos abiertos.

Se calcularon los porcentajes de EEGs anormales en cada uno de los grupos obtenidos según los dos criterios de clasificación: la BTL y el criterio clínico.

En los grupos generados según el criterio clínico, resultó que en el grupo de niños con DA la proporción de EEGs anormales fue del 26.32%, mientras que en el grupo control (C) fue del 10.71%. En la literatura se ha planteado que puede encontrarse, a lo sumo, hasta un 15% de EEGs anormales en sujetos normales (Chatrian y Lairy, 1976). Por lo tanto, la proporción de sujetos del grupo control (C) con EEG anormal se encuentra dentro de los límites reportados; sin embargo, en el grupo de niños con DA se observa más de un 15% de niños con EEG anormal. Definitivamente esta cifra rebasa los límites del porcentaje aceptado en normales, por lo que concluimos que no sólo es mayor la frecuencia de EEGs anormales en la población de niños con TA, sino que incluso está por encima de las cifras reportadas como normales en una población control.

De acuerdo a la clasificación de la BTL, en el grupo de niños con deficiencias en la lectura (DL) el 19.05% de los electroencefalogramas son anormales y en el grupo control (CL) el 15.38%. No hay mucha diferencia en la proporción de EEGs anormales observada en los dos grupos y esta proporción rebasa la proporción de individuos normales con EEG anormal que se reporta en la literatura (Chatrian y Lairy, 1976), incluso en el grupo de sujetos Control de Lectura (CL). Este dato nos lleva a pensar que en el grupo CL están incluidos sujetos que no son normales. Esto puede querer decir que hay individuos anormales con un perfil de

lectura normal o que, como habíamos mencionado anteriormente, el Método de Análisis de Cúmulos no generó grupos bien definidos.

Estos resultados son un dato confirmatorio más de la superioridad de la clasificación realizada según el criterio clínico sobre la clasificación efectuada según la BTL.

A continuación se enfocará la atención sobre las medidas derivadas del análisis de frecuencias del EEG. En primer lugar, una vez que se hicieron las transformaciones \ln o \logit a las variables, verificamos que en cada grupo éstas se distribuyeran normalmente; esto ocurrió de manera general, excepto en el grupo DL en el cual las variables de la PA delta correspondientes a derivaciones posteriores no tienen una distribución Normal ni para el montaje referencial ni para el Laplaciano.

En las tablas A-IXA y A-IXB se representan las tendencias de las medias de las variables de Frecuencia Media, Potencia Absoluta y Potencia Relativa para el Montaje Referencial y Laplaciano respectivamente. Están marcadas en negritas las derivaciones en las que existían diferencias significativas entre grupos.

De acuerdo a lo descrito en la literatura (John y cols., 1983; Gasser y cols., 1988; Harmony y cols., 1990b; Alvarez y cols., 1992) y los resultados obtenidos en nuestro laboratorio con otros grupos de niños (Harmony y cols., 1990b) se esperaba que los niños con deficiencias tuvieran mayores potencias relativas en las bandas delta y theta y menores potencias relativas en las bandas alfa y beta que los niños normales; esto se ha inter-

pretado como un retraso en la maduración pues, como ya explicamos, durante el desarrollo existe una disminución de la actividad lenta (delta y theta) y un incremento de la actividad más rápida alfa y beta.

Si se toman en consideración exclusivamente las diferencias que fueron significativas, en la clasificación según la BTL los niños con deficiencias tuvieron menores valores de PA en las bandas alfa y beta en O1 y T5 y en O1, O2 y F7 respectivamente, para el montaje referencial. De acuerdo a la clasificación clínica, también en este montaje se observó en el grupo de niños con problemas una mayor PA delta en T3 y una mayor PR theta en Fp1, F3, F7 y T6, así como una menor PR alfa en O2 y T6 y una menor Frecuencia Media total en O2 que en el grupo de niños control. Estos resultados apoyan y están de acuerdo con lo referido en la literatura. Los resultados con el montaje Laplaciano concuerdan con lo observado en el montaje referencial por nosotros y por otros laboratorios cuando se usó el criterio clínico de clasificación: los niños con DA presentan mayor PA delta en P3, P4 y Pz, mayor PA theta en F8 y Pz, menor PA alfa en O2 y mayor PA beta en Pz; así como una mayor PR theta en Fp1 y menor PR alfa en O2 y T3. Sin embargo, en este montaje las diferencias entre los grupos clasificados según la BTL no concuerdan con lo esperado.

En nuestro conocimiento, no existen antecedentes en la literatura de lo que ocurre en los niños con problemas en el aprendizaje utilizando el montaje Laplaciano, por lo que no podemos establecer una comparación. Sin embargo, como los valores de potencia en la clasificación clínica tuvieron un comportamien-

to similar al esperado, consideramos que es la clasificación según la BTL la que no permite llegar a conclusiones.

Si se analizan además las tendencias de los valores medios en cada grupo, es claro también que los valores obtenidos con el montaje referencial se comportan de acuerdo a lo esperado, sobre todo cuando se siguió el criterio de clasificación clínica, siendo en los niños DA las Frecuencias Medias totales inferiores en todas las derivaciones, las potencias en las bandas delta y theta superiores y las potencias en las bandas alfa y beta inferiores.

Las tendencias en el montaje Laplaciano tuvieron una distribución que está de acuerdo con lo esperado en los grupos obtenidos siguiendo el criterio clínico de clasificación, pero no en los grupos obtenidos de la clasificación según la BTL. Esto nos lleva a pensar que fue la clasificación obtenida por la BTL la que no permitió obtener resultados de acuerdo a lo previsto ya que, aunque en el montaje Laplaciano las derivaciones que resultaron significativas al comparar los grupos fueron distintas a las que fueron significativas en el montaje referencial, las tendencias en el caso de la clasificación clínica fueron similares en ambos montajes.

Las diferencias encontradas entre el montaje Laplaciano y el referencial en cuanto a las derivaciones que fueron significativas pueden explicarse por el hecho de que el montaje Laplaciano actúa como un filtro espacial, disminuyendo la actividad que se origina en las capas más profundas y destacando la actividad más

superficial; mientras que en el montaje referencial también se tiene la información de las áreas más profundas. En el caso de la presencia de lesiones expansivas intracraneales, como por ejemplo en los tumores de diversas etiologías, hemos descrito que el montaje Laplaciano localiza con mayor precisión este tipo de lesiones que el montaje referencial (Harmony y cols., 1993); sin embargo, en el caso de los niños con DA no existe una lesión evidente, y por lo tanto no tenemos punto de referencia para poder concluir qué montaje es el de mayor utilidad. En ambos montajes, al comparar los grupos clasificados según el criterio clínico, los niños con DA presentaron valores inferiores de PR alfa en O2, lo que concuerda con resultados previos obtenidos en niños con francos trastornos en el aprendizaje de la lectoescritura (Harmony y cols., 1990b; 1995). En el montaje referencial fueron mayores las diferencias en la PR que en la PA, lo que concuerda también con hallazgos previos. Sin embargo, en el montaje Laplaciano son más frecuentes las diferencias significativas en la PA, en particular en las regiones parietales.

Por otra parte, al hacer las comparaciones entre grupos con los valores z se observaron los mismos resultados, por lo que podemos concluir que, en resumen, las tendencias de los valores promedio se acercan más a lo reportado en trabajos previos por nosotros y por otros grupos de trabajo cuando se utilizó la clasificación clínica que cuando se usó la clasificación según la BTL; sin embargo, ni siquiera en ese caso se encontró un número considerable de diferencias significativas entre los grupos. Esto quizás sea debido a la procedencia de los individuos, quienes no

TABLA A-IXA
VARIABLES DERIVADAS DEL ANALISIS DE FRECUENCIAS DEL EEG EN REPOSO
MONTAJE REFERENCIAL*

	CLASIFICACION SEGUN BTL		CLASIFICACION CLINICA	
	DL < CL	DL > CL	DA < C	DA > C
FM	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz	P4, Pz	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz	
PA	δ	F3, F4, Fz		Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, F7, F8, T3, T4, T6, Fz, Cz, Pz
	θ	Fp1, Fp2, F3, C4, Fz, Pz		Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz
	α	P4, Pz	Fp1, F3, C3, P3, O1, O2, F7, T3, T4, T5, T6	F4, P4, Pz
	β		Fp1, Fp2, F3, P3, O1, O2, F7, T5, T6	Pz
PR	δ	F3, F4, C3, C4, P3, O1, F7, F8, T3, T4, T5, T6	Pz	C3, C4, P3, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6
	θ	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz		Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz
	α	P4, Cz, Pz	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz	
	β	T5	Fp1, Fp2, F3, F4, C4, P3, P4, F7, F8, T3, T4, T5, Fz, Cz, Pz	

* En cada celda se escribieron todas las derivaciones que satisfacian tener valores menores o mayores (se indica en el segundo renglón) en el grupo con deficiencias que en el grupo control para los 2 criterios de clasificación. Se marcaron en negritas las derivaciones en las que existían diferencias significativas entre los grupos.

TABLA A-IXB
VARIABLES DERIVADAS DEL ANALISIS DE FRECUENCIAS DEL EEG EN REPOSO
MONTAJE LAPLACIANO*

	CLASIFICACION SEGUN BTL		CLASIFICACION CLINICA		
	DL < CL	DL > CL	DA < C	DA > C	
FM	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz	P4, Pz	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz		
PA	δ	F3, C3, P4, O1, O2, F7, T3, T5, Fz	Fp1, Fp2, F4, C4, P3, F8, T4, T6, Cz, Pz	O1, O2	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, F7, F8, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz
	θ	F3, F4, C3, O1, O2, T3, T5	Fp1, Fp2, C4, P4, F8, T6, Pz	O1, O2, T3	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, F7, F8, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz,
	α	Fp1, F3, F4, C3, C4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz	Fp2, P4, Pz	Fp1, C3, C4, O1, O2, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz	F3, F4, P3, P4, F7, Pz
	β	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz	Pz	Fp1, O1, O2, T3, T4, Cz	F3, P3, P4, F8, T5, T6, Pz
PR	δ	Fp2, F3, P4, O1, O2, Pz	Fp1, F4, C3, C4, P3, F7, F8, T3, T4, T6, Fz, Cz		Fp1, F4, C3, C4, P3, O1, O2, F8, T3, T4, T5, T6, Cz
	θ	F4, P3, P4, O2, Cz, Pz	Fp1, Fp2, F3, C3, C4, O1, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz	P4	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz
	α	Fp1, Fp2, F4, C3, C4, P3, O1, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz	F3, P4, O2, Pz	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz	P4
	β	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T4, T6, Fz, Cz, Pz	T3, T5	Fp1, Fp2, F3, F4, P3, P4, F7, F8, T4, T6, Fz, Pz	O2, T3

* Se escribieron las derivaciones con valores menores o mayores (se indica en el segundo renglón) en el grupo con deficiencias que en el control para las 2 clasificaciones. Aparecen en negritas las derivaciones en las que las diferencias entre grupos fueron significativas.

fueron seleccionados expresamente como DA y como C, sino que se aceptaron todos los niños de la misma escuela que quisieran participar, tuvieran entre 8 y 10 años y cumplieran ciertos requisitos de normalidad.

TAC DE CRANEO

Se practicó el estudio de TAC de cráneo sólo a 42 niños de la muestra. Como ya se explicó antes, se midieron los volúmenes de algunas estructuras y se obtuvieron las variables de volumen V4, V3, VLD, VLI, CSD, CSI, CP, CC y el índice ICV. Los valores de media y desviación estándar para los 42 niños se presentaron previamente.

Al hacer comparaciones entre grupos (C vs. DA según el criterio clínico y DL vs. CL según la BTL) no se observaron diferencias significativas. Esto pudiera deberse a la gran dispersión de estas medidas, pues en ocasiones la desviación estándar llega a ser mayor que la media de la variable comparada.

Puede verse en la tabla A-X que, en promedio, los Ventriculos Laterales (VLD, VLI), la suma de ellos (SVL), el 3er ventriculo (V3) y la cisura de Silvio izquierda (CSI) son mayores en el grupo con dificultades que en el grupo control para ambas clasificaciones. Ocurre lo mismo para el ICV, siendo más acentuada la diferencia entre los grupos clasificados según el criterio clínico, que entre los clasificados según la BTL. Si el ICV es mayor en los grupos con trastornos, esto significa que estos niños tienen ambos ventriculos laterales aumentados de tamaño en relación a su propio volumen cerebral en comparación con los

niños control. Esta diferencia no es significativa, pero podría estar indicando que en los grupos con deficiencias hay niños con los ventrículos muy dilatados, lo cual es un signo de atrofia cortical y podría explicar los déficits cognoscitivos en algunos de estos niños.

Según el criterio clínico se observa además que V4 y la cizura de Silvio derecha son mayores en el grupo TA, no observándose esto en los grupos clasificados según la BTL. En la clasificación según la BTL, la Cisterna Cuadrigeminal es menor en el grupo DL. La Cisterna Póntica es menor en el grupo DA obtenido de la clasificación clínica y mayor en el grupo DL obtenido de la BTL.

TABLA A-X
VOLUMENES E INDICES DERIVADOS DE LA TAC
MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR EN CADA GRUPO PARA AMBAS CLASIFICACIONES

	CLASIFICACION SEGUN BTL		CLASIFICACION CLINICA	
	CL	DL	C	DA
V4	0.62 ± 0.31	0.61 ± 0.39	0.55 ± 0.30	0.73 ± 0.39
V3	0.28 ± 0.21	0.35 ± 0.28	0.29 ± 0.20	0.34 ± 0.30
VLD	1.36 ± 0.87	2.07 ± 1.50	1.43 ± 0.92	2.09 ± 1.57
VLI	1.75 ± 1.27	2.97 ± 2.34	1.86 ± 1.26	3.03 ± 2.54
CSD	0.09 ± 0.12	0.09 ± 0.10	0.08 ± 0.11	0.11 ± 0.10
CSI	0.10 ± 0.13	0.17 ± 0.22	0.12 ± 0.18	0.16 ± 0.17
CP	1.21 ± 0.41	1.34 ± 0.65	1.29 ± 0.41	1.22 ± 0.74
CC	0.56 ± 0.28	0.48 ± 0.25	0.53 ± 0.27	0.52 ± 0.28
ICV	0.72 ± 0.46	0.96 ± 0.74	0.70 ± 0.45	1.01 ± 0.77
SVL	3.11 ± 2.08	5.04 ± 3.66	3.28 ± 2.02	5.12 ± 4.02

En cada subgrupo se hizo una t apareada de las diferencias entre estructuras homólogas. Entre la Cisura de Silvio derecha e izquierda no se observaron diferencias significativas en ningún grupo, pero entre el Ventrículo Lateral derecho y el izquierdo se observaron diferencias significativas en los grupos con deficiencias de ambas clasificaciones, es decir, en DA y DL, como puede verse en la tabla A-XI, estando más dilatado el Ventrículo Lateral izquierdo que el derecho. Esto indica que en los grupos con deficiencias se hacen evidentes asimetrías interhemisféricas que no se observan en los grupos control. Este resultado apoya un resultado previo de nuestro grupo (Fernández y cols., 1995a) en otra muestra de niños con TA, en quienes se observó gran asimetría interhemisférica con predominio izquierdo.

En la tabla A-XI puede verse que en todos los grupos, aun en los control, las variables diferencia toman valores negativos; esto indica que hay una tendencia a que sean mayores las estructuras izquierdas que las derechas. Estos resultados están de acuerdo con lo descrito en los sujetos normales adultos, en quienes se ha encontrado que el 68% tenía el Ventrículo Lateral izquierdo mayor que el derecho (Le May, 1976). Sin embargo, en la tabla A-XI se puede apreciar que, tanto en la clasificación según el criterio clínico como en la clasificación según la BTL, que las diferencias en los niños con problemas tuvieron valores promedio dos veces mayores que en los niños control, lo que indica una asimetría extrema, la cual fue significativa para los ventrículos laterales en los grupos con deficiencias, como ya habíamos dicho. Este resultado es opuesto a lo observado en la dislexia; en ésta se ha propuesto que la falta de asimetría de

los lóbulos temporales puede explicar los déficits de esos individuos (Galaburda y cols., 1985) pues lo normal, desde el punto de vista estructural, es la presencia de asimetrías de los lóbulos temporales, lo que incluso se ha relacionado con la lateralización del lenguaje (Geschwind y Galaburda, 1985a, b, c).

TABLA A-XI
COMPARACION DE ESTRUCTURAS HOMOLOGAS DE LA TAC

GRUPO	VARIABLE	MEDIA DE LA DIFERENCIA	DS. DE LA DIFERENCIA	p
CL	DVL	-0.40	0.13	0.0888
	DCS	-0.02	0.02	0.4079
DL	DVL	-0.90	0.33	0.0186 *
	DCS	-0.08	0.04	0.0527
C	DVL	-0.44	0.17	0.0607
	DCS	-0.04	0.02	0.1027
DA	DVL	-0.93	0.33	0.0181 *
	DCS	-0.05	0.04	0.2157

Las variables diferencia son $DVL = \log(VLD) - \log(VLI)$ y $DCS = CSD - CSI$. Las diferencias significativas ($p < 0.05$) se indican con un asterisco.

Nuestros resultados sugieren que es recomendable la obtención de normas en cuanto a las dimensiones de los volúmenes de los ventrículos, con el objetivo de tener una estimación más precisa de los rangos que pueden ser considerados como normales. Las asimetrías extremas encontradas en los grupos con deficiencias, que indican valores mucho mayores del Ventrículo Lateral izquierdo que del derecho, pudieran estar acompañadas de atrofia cortical en el hemisferio izquierdo, por lo que sería de gran

interés poder comprobar esto utilizando otros métodos de imagen como la Resonancia Magnética, que permite una resolución espacial mucho mayor que la TAC.

EFEECTO DEL SEXO

La proporción de individuos de uno u otro sexo en la muestra fue aproximadamente la misma: de los 47 niños incluidos en el estudio 24 fueron del sexo femenino y 23 del masculino. No se observó diferencia de edad entre niños y niñas; en el grupo de niñas, la edad fue de $9.27 \pm .63$ años y en el grupo de niños de $9.14 \pm .57$ años.

RESULTADOS EN EL WISC

En ninguna de las 5 variables del WISC incluidas en este estudio, se observó efecto del sexo. Esto coincide con los resultados reportados en niños; en algunas pruebas específicas se han observado el efecto del sexo, por ejemplo en la retención de dígitos, las niñas presentan puntajes mayores en la prueba de codificación, sin embargo estas diferencias desaparecen en los puntajes globales de la escala ejecutiva porque los niños tienen mejores evaluaciones en todos los demás items de esta escala, ya que los niños tienden a compensar sus deficiencias en unas pruebas con sus habilidades en otras (Kaufman, 1982). Este autor también comenta la superioridad de las niñas en la retención de dígitos. Sin embargo, el tamaño de muestra usado fue mucho mayor que el que consideramos nosotros; creemos que a esto pudo haberse debido el no encontrar diferencias.

EEG EN CONDICION DE REPOSO CON OJOS CERRADOS

En la tabla A-XII se muestran las derivaciones para las distintas variables electroencefalográficas en las cuales hubo diferencias significativas entre niños y niñas. De manera general puede observarse que en el montaje referencial la FM fue significativamente mayor en las niñas que en los niños en regiones frontales y temporales (Fp1, Fp2, F4, F7, F8, T3 y T4), aunque esta tendencia se encontró en todas las derivaciones. En el montaje Laplaciano se encontraron resultados similares que también involucraban significativamente a derivaciones frontales y de la línea media (Fp1, F3, F4, F7, F8, T4, Fz, Cz). La PA delta y theta fue significativamente mayor en las niñas en la derivación P4 solamente en el Montaje Laplaciano, aunque la tendencia general fue que la PA delta en las niñas fuera mayor en regiones posteriores y menor en regiones frontales que la PA delta en los niños en ambos montajes. La tendencia que se observó en la PA para las demás bandas de frecuencia fue a ser mayor en las niñas que en los niños, encontrándose numerosas derivaciones de la banda beta en que esta diferencia fue estadísticamente significativa, tanto al usar montaje referencial (todas las derivaciones excepto Fp2, F3 y F4) como al usar el montaje Laplaciano (todas las derivaciones excepto Fp1, Fp2, F3, F4, P3 y T5). Las tendencias de la PR fueron similares a las de la PA, aunque en la banda delta la PR fue significativamente menor en las niñas para la mayoría de las derivaciones frontales y temporal derecho (Fp1, Fp2, F4, C3, F7, F8, T4, Fz) en el montaje referencial y en frontales (Fp1, F3, F4, F7, F8, Fz y Cz) en el montaje Laplaciano.

no. En la banda beta se observan varias derivaciones en las que la PR es significativamente mayor en las niñas: FP1, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T4 y Pz, al usar el montaje referencial y Fp1, F4, C3, C4, O1, O2, F7, F8, T6 y C2, al usar el montaje Laplaciano. En alfa, solamente para el Montaje Laplaciano, la PR es mayor en las niñas en regiones frontopolares (Fp1, Fp2) y en F7.

Las únicas diferencias significativas en la PA se observaron en la banda beta, excepto por la PA delta y theta en P4 en el montaje Laplaciano. Estos resultados son contrarios a los que obtiene Otero (1994) en recién nacidos (18-30 meses), ya que ella observa menos PA beta en las niñas, pero coinciden con los de Matousek y Petersén en adultos jóvenes (16-21 años); sin embargo, aunque Díaz de León y cols. (1988), que analizan la PA en edades de 7 a 14 años, en la banda beta sólo encuentran cambios en regiones posteriores, comentan que las pendientes de las rectas de regresión de la PA en función de la edad son más pronunciadas en las niñas; este último resultado también lo obtienen Benninger y cols. (1984) y lo interpretan como una aceleración en la maduración electroencefalográfica. Harmony y cols. (1990a) refieren que en las niñas la PR beta es mayor que en los niños; nosotros obtuvimos esta misma relación en la PR beta. Quizás en el rango de edades que estamos explorando en nuestro estudio, el efecto del sexo que se observa en la banda beta es independiente de la maduración, y las diferencias observadas no son más que la manifestación de una mayor ansiedad en las niñas en el momento del estudio (Matousek y Petersén, 1973).

Los estudios de Matthis y cols. (1980) y Harmony y cols.

(1990a) se refieren principalmente a diferencias encontradas en la PR, que es donde nosotros encontramos la mayor cantidad de diferencias significativas. Harmony y cols. (1990a) reportan mayor PR delta y menor PR alfa en las niñas, a diferencia de nosotros, que encontramos menor PR delta en regiones frontales y temporal derecho y mayor PR alfa en derivaciones frontopolares en niñas que en niños; ellos interpretaron sus resultados como un signo de mayor maduración en el EEG de los niños.

En este trabajo también analizamos la FM, la cual, como era de esperarse a partir de las diferencias en la PA y en la PR, fue mayor en las niñas. Nuestros resultados sugieren que para las niñas de esas edades existe un patrón de mayor maduración electroencefalográfica que para los niños. Esta conclusión coincide con la maduración biológica general, que en la niñez y en la pubertad es mayor en las niñas. Vale aclarar que en el estudio de Harmony y cols. (1990a), en que las diferencias encontradas se dieron en sentido contrario, los niños incluidos tenían más desventajas socioculturales que los que estudiamos en esta tesis, y que en estratos de muy bajo nivel socioeconómico se discrimina a las niñas desde el punto de vista intelectual, entre otros; por lo que es posible, que en contra de la maduración normal biológica, la falta de estimulación intelectual pueda afectar las características electroencefalográficas. De hecho, esto fue comprobado por Otero (1994, en prensa) quien observó que el riesgo sociocultural es un factor determinante en la maduración electroencefalográfica normal de niños pequeños.

TABLA A-XII
DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN EL EEG DE NIÑOS Y NIÑAS *

		MONTAJE REFERENCIAL			MONTAJE LAPLACIANO				
		DERIV	p	F	M	DERIV	p	F	M
FM		Fp1	.0043	6.24	5.77	Fp1	.0016	6.37	5.89
		Fp2	.0303	6.08	5.73	F3	.0226	6.32	5.96
		F4	.0211	6.29	5.92	F4	.0005	6.40	5.87
		F7	.0052	6.34	5.85	F7	.0003	6.34	5.68
		F8	.0124	6.19	5.82	F8	.0097	6.18	5.77
		T3	.0340	6.64	6.24	T4	.0195	7.32	6.62
		T4	.0092	6.67	6.11	Fz	.0085	5.72	5.32
					Cz	.0142	6.43	5.95	
PA	δ					P4	.0267	7.21	6.81
	θ					P4	.0332	7.27	6.85
	β	Fp1	.0284	6.16	5.93	C3	.0084	5.41	4.94
		C3	.0100	6.64	6.30	C4	.0057	5.48	5.00
		C4	.0226	6.65	6.35	P4	.0027	5.85	5.29
		P3	.0080	6.90	6.51	O1	.0208	6.84	6.45
		P4	.0087	6.90	6.53	O2	.0089	6.98	6.51
		O1	.0053	7.19	6.77	F7	.0211	5.31	4.96
		O2	.0069	7.30	6.90	F8	.0084	5.32	4.94
		F7	.0065	5.83	5.50	T3	.0229	5.78	5.28
		F8	.0159	5.85	5.56	T4	.0035	5.82	5.15
		T3	.0030	6.15	5.68	T6	.0097	5.87	5.30
		T4	.0018	6.26	5.77	Fz	.0252	6.02	5.67
		T5	.0050	6.66	6.20	Cz	.0047	5.30	4.85
		T6	.0065	6.71	6.28	Pz	.0351	6.05	5.69
Fz	.0349	6.71	6.43						
Cz	.0195	6.75	6.45						
Pz	.0234	6.85	6.55						
PR	δ	Fp1	.0017	-0.66	-0.37	Fp1	.0035	-0.46	-0.27
		Fp2	.0266	-0.56	-0.36	F3	.0299	-0.62	-0.43
		F4	.0098	-0.79	-0.55	F4	.0005	-0.65	-0.38
		C3	.0266	-1.09	-0.87	F7	.0012	-0.52	-0.27
		F7	.0068	-0.73	-0.47	F8	.0266	-0.46	-0.30
		F8	.0195	-0.62	-0.43	Fz	.0189	-0.42	-0.20
		T4	.0245	-0.88	-0.64	Cz	.0070	-0.92	-0.64
	Fz	.0384	-0.78	-0.57					
	α					Fp1	.0275	-1.30	-1.47
						Fp2	.0384	-1.44	-1.61
						F7	.0171	-1.20	-1.42
	β	Fp1	.0473	-2.60	-2.80	Fp1	.0148	-2.05	-2.28
		C4	.0499	-2.93	-3.12	F4	.0315	-2.17	-2.38
		P3	.0341	-3.07	-3.29	C3	.0201	-2.66	-2.90
		P4	.0299	-3.03	-3.29	C4	.0082	-2.57	-2.86
O1		.0499	-3.14	-3.37	O1	.0177	-2.86	-3.17	
O2		.0097	-3.14	-3.46	O2	.0053	-2.92	-3.29	
F7		.0117	-2.58	-2.84	F7	.0204	-2.26	-2.56	
F8		.0494	-2.59	-2.81	F8	.0093	-2.32	-2.60	
T4		.0036	-2.44	-2.82	T6	.0279	-2.58	-2.94	
Pz		.0425	-3.22	-3.45	Cz	.0494	-2.96	-3.15	

* El valor de p corresponde a la probabilidad para la cual se rechaza la igualdad de medias al aplicar una t de Student. Las medias están dadas en ln(PA) o logit(PR), según sea el caso.

IV.I.II.III.- TAC DE CRANEO

En la tabla A-XIII puede verse que en los individuos de sexo femenino es significativamente menor el volumen del 3er ventrículo, de ambos ventrículos laterales y de la Cisura de Silvio izquierda; también es significativamente menor en las niñas el Índice Cerebro-Ventricular. El 4º ventrículo, la Cisura de Silvio derecha y las cisternas Póntica y Cuadrigeminal también son menores en las niñas que en los niños, pero no se observaron diferencias significativas. Estos resultados coinciden con lo que se ha reportado en la población adulta, en el sentido de que se han descrito ventrículos más pequeños en las mujeres que en los hombres (Myslobodsky y Weinberger, 1987). Indican también que sería conveniente la obtención de normas por sexo.

TABLA A-XIII
DIFERENCIAS TOMOGRAFICAS ENTRE NIÑAS Y NIÑOS*

VARIABLE	F	M	p
V4	0.52 ± 0.32	0.72 ± 0.34	0.0615
V3	0.23 ± 0.15	0.40 ± 0.29	0.0321 *
VLD	1.26 ± 0.87	2.14 ± 1.42	0.0060 *
VLI	1.56 ± 1.21	3.13 ± 2.20	0.0016 *
CSD	0.06 ± 0.07	0.12 ± 0.14	0.1356
CSI	0.08 ± 0.12	0.19 ± 0.21	0.0353 *
CP	1.12 ± 0.38	1.46 ± 0.63	0.0581
CC	0.48 ± 0.28	0.58 ± 0.25	0.1921
SVL	2.82 ± 1.93	5.26 ± 3.51	0.0118 *
ICV	0.58 ± 0.34	1.08 ± 0.71	0.0093 *

* En las columnas "F" y "M" se muestra la media y la desviación estándar de las variables derivadas de la TAC en el grupo de niñas y de niños respectivamente. En la columna de la derecha se indica el valor de p en la t de Student.

CONCLUSIONES

Al analizar el efecto del sexo en la TAC se encontraron resultados que coinciden con lo reportado en adultos acerca de que los ventrículos son menores en los individuos de sexo femenino; en el WISC no se observó efecto del sexo; pero en el EEG se encontró un patrón de mayor maduración electroencefalográfica en las niñas, lo cuál coincide con la maduración biológica general en esas edades. El hecho de que existan diferencias sexuales en la TAC y en el EEG sugiere que sería conveniente obtener normas independientes para cada sexo.

Cuando se exploraron las diferencias entre grupos al usar ambos criterios de clasificación, se observó que la clasificación según el criterio clínico reflejaba mejor lo esperado: en el WISC, la mayor significación en la escala verbal y el que no hubiera diferencias en la escala ejecutiva al usar este criterio sugieren que el criterio clínico separó mejor a los dos perfiles de ejecución que se refieren en la literatura; por otro lado, el hecho de que al usar el criterio clínico se observaran un 10.71% y un 26.32% de EEGs anormales en los grupos C y DA, mientras que al usar la BTL se observaran un 19.05% y un 15.38%, está indicando que los grupos generados por el Análisis de Cúmulos no parecen estar tan bien definidos como los generados por el criterio clínico en base a las cifras de EEGs anormales que se reportan como normales en la población control y en base a la gran cantidad de EEGs anormales que varios autores reportan entre los niños con TA; para hacer más fuerte la observación de que es superior

la clasificación clínica, encontramos que, aunque prácticamente no hay diferencias significativas entre grupos, las tendencias al usar el criterio de la BTL no concuerdan con lo esperado ya que en muchas derivaciones la PA delta y theta y la PR delta fueron mayores en el grupo CL que en el grupo DL. Tomando en cuenta lo anterior, era difícil determinar si la clasificación en base a la BTL era peor debido a la batería de lectura en sí misma o debido al procedimiento empleado para generar los grupos. Sin embargo, al comparar los grupos C vs. DA por un lado y los grupos CL vs. DL por otro lado, fue muy llamativo que hubiera más diferencias entre los grupos obtenidos según el criterio clínico que entre los grupos generados a partir de la propia BTL. Esto nos indica que a pesar de todas las precauciones que tomamos al hacer el Análisis de Cúmulos, los grupos generados por él no están bien definidos, y que es un problema más del método que de la BTL.

Sin embargo, aun basándonos en el criterio clínico, prácticamente no se observaron diferencias entre grupos en las variables derivadas del análisis cuantitativo del EEG; esto pudo deberse a que los niños no fueron seleccionados exprofeso como controles y TA, sino que dado un grupo de niños que asistían regularmente a una escuela primaria intentamos separarlos en grupos. Debido a que casi no hubo diferencias, decidimos hacer el análisis electroencefalográfico de la actividad cognoscitiva considerando a la muestra completa, sin establecer diferencias entre los niños.

V.- BIBLIOGRAFIA

- Aarts, J.H.P., Binnie, C.D., Smith, A.M. y Wilkins A.J. (1984). Selective cognitive impairment during focal and generalized epileptiform EEG activity. *Brain*, 107:293-308
- Ackerman, P.T. and Dykman, R.A. (1993). Phonological processes, confrontational naming and immediate memory. *Journal of Learning Disabilities*, 26: 597-609.
- Alcaraz, V.M., Díaz de León, A.E., García, R., Guevara, M.A. y Ramírez, V. (1992). La dinámica de la actividad eléctrica cerebral en el curso de la composición de frases. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 1: 104-116.
- Alvarez, A., Pascual-Marqui, R.D. y Valdés P.A. (1990). Spatio-temporal properties of the alpha rhythm. In John, E.R., Harmony, T., Prichep, L., Valdés, M. y Valdés A. (eds.). *Machinery of the mind*. Birkhauser Boston pp. 59-90.
- Alvarez, A., Pérez-Avalo, M.C., Morenza, L. (1992). Neuropsychological assessment of learning-disabled children with paroxysmal EEG activity. In *New Issues in Neurosciences. Basic and Clinical Approaches. Neuropsychological Aspects in Epilepsy*. P.J. Magistretti and M. Leonardi (eds.). Vol IV No 1 pp. 40-54. Editorial Thieme.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*, Oxford University Press. London.
- Bakker, D.J. (1992). Neuropsychological classification and treatment of dyslexia. *Journal of Learning Disabilities* 25: 102-109.
- Batchelor, E.S. Jr. and Dean, R.S. (1993). Empirical derivation and classification of subgroups of children with learning disorders at separate age levels. *Archives of Clinical Neuropsychology* 8: 1-15.
- Beatty, J., Greenberg, A., Deibler, W.P. and Hanlon, J.F. (1974). Operant control of occipital theta rhythm affects performance in a radar monitoring task. *Science*, 183: 871-873.
- Becker, J., Velasco, M., Harmony, T., Marosi, E. and Landázuri, A. M. (1987). Electroencephalographic characteristics of children with learning disabilities. *Clinical Electroencephalography* 18: 93-101.
- Belyavin, A. and Wright, N.A. (1987). Changes in electrical activity of the brain with vigilance. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 66: 137-144.
- Benninger, C., Matthis, P. and Scheffner, D. (1984). EEG development of healthy boys and girls. Results of a longitudinal study. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 57:1-12.

Binnie C.D. (1993). Significance and management of transitory cognitive impairment due to subclinical EEG discharges in children. *Brain and Development* 15:23-30.

Boddy, J. (1971). The relationship of reaction time to brain wave period: a re-evaluation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 30: 229-235.

Boder, E. (1973) Developmental Dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 15: 663-687.

Buckner, R. and Tulving, E. (1995). Neuroimaging studies of memory: theory and recent PET results. In F. Boller and J. Grafman (eds.). *Handbook of Neuropsychology*, Chapter 16 Vol 10 pp 439-466, Elsevier, Amsterdam.

Cacot, P., Tesolin, B. and Sebban, C. (1995). Diurnal variations of EEG power in healthy adults. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 94: 305-312.

Chatrian, G.E. and Lairy, G.C. (1976). The EEG of the waking adult. In *Handbook of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. Vol 6A. A. Rémond (ed.). Elsevier Scientific Publishing, The Netherlands.

Cobb, W.A. (1976). Section II: Changes in background activity. In *Handbook of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. A Rémond (ed.). Vol. 11: Clinical EEG I. Part B: EEG interpretation in clinical medicine. W. A. Cobb (ed.), pp 12-32. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.

Corsi-Cabrera, M., Herrera, P. y Malvido, M. (1989). Correlation between EEG and cognitive abilities: sex differences. *International Journal of Neuroscience*, 45: 133-141.

Corbetta, M., Miezin, F.M., Dobmeyer, S., Shulman, G.L., Petersen, S.E. (1991). Divided attention during visual discrimination of shape, color, and speed: functional anatomy by Positron Emission Tomography, *J. Neurosci.*, 11: 641-649.

Corbetta, M., Miezin, F.M., Shulman, G.L., Petersen, S.E. (1993). A PET study of visuospatial attention. *J. Neurosci.*, 13: 1202-1226.

Demonet, J.F., Chollet, F., Ramsay, S., Cardebat, D., Nespoulos, J.L., Wise, R., Rascol, A. and Frackowiak, R. (1992). The anatomy of phonological and semantic processing in normal subjects. *Brain*, 115: 1753-1768.

Dempster, F.N. (1985) Short-term memory development in childhood and adolescence. In: C.J. Brainerd and M. Pressley, (Ed.) *Basic Process in Memory*, Springer-Verlag, New York, pp. 75-101.

Denckla, M.B., LeMay, M. and Chapman, C.A. (1985). Few CT scan abnormalities found even in neurologically impaired learning disabled children. *Journal of Learning Disabilities*, 18:132-35.

De Toffol, B. y Autret, A. (1990). Influence of lateralized neuropsychological activities with and without sensorimotor components on electroencephalographic spectral power (α -rhythm). *International Journal of Psychophysiology*, 11: 109-114.

De Vega, M. (1990). *Introducción a la psicología cognitiva*. Alianza Editorial Mexicana, México D.F.

Díaz de León, A.E., Harmony, T., Marosi, E., Becker, J. and Alvarez, A. (1988). Effect of different factors on EEG spectral parameters. *Intern. J. Neuroscience*, 43: 123-131.

Dolce, G. y Waldeier, H. (1974). Spectral and multivariate analysis of EEG changes during mental activity in man. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 36: 577-584.

Duffy, F.H. and McAnulty, G.B. (1985). Brain electrical activity mapping (BEAM): the search for a physiological signature of dyslexia. In F.H. Duffy and N. Geschwind (Eds.) *Dyslexia. A neuroscientific approach to clinical evaluation*. Boston, Little Brown and Co., pp.105-123.

Earle, J.B.B. (1985). The effects of arithmetic task difficulty and performance level on EEG alpha asymmetry. *Neuropsychologia*, 23: 233-242.

Etevenon, P. (1986). Applications and Perspectives of EEG Cartography. En: F.H. Duffy (ed.) *Topography mapping of the brain*. Butterworth, Stoneham, 113-141.

Fernández, T. (1994). Estudio de los parámetros espectrales del electroencefalograma (EEG) durante tareas mentales. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 2: 351-368.

Fernández, T., Harmony, T., Rodríguez, M., Reyes, A., Marosi, E. y Bernal, J. (1993). Test-retest reliability of EEG spectral parameters during cognitive tasks. I. Absolute and relative power, *International Journal of Neuroscience*, 68: 255-261.

Fernández, T., Fernández Bouzas, A., Harmony, T., Rodríguez, M., Silva, J., Bernal, J., Reyes, A., Marosi, E., Yáñez, G. y Guerrero, V. (1995a) Relación entre la tomografía computada (TAC) y algunos parámetros espectrales del EEG en niños con deficiencias en la lectura. *Archivos de la Clínica Neurológica de Querétaro*, 4: 4-11.

Fernández, T., Harmony, T., Rodríguez, M., Bernal, J., Silva, J., Reyes, A. y Marosi, E. (1995b) EEG activation patterns during the performance of tasks involving different components of mental calculation. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 94: 175-182.

Fernández-Bouzas, A., Malacara, F., Ramirez, H., Harmony, T., Becker, J., Marosi, M., Rodríguez, M. y Reyes, A. (1991) Computer tomography in children with electrophysiological abnormalities. *Inter. J. Neurosci.*, 56: 247-254.

Galaburda, A.M., Sherman, G.F., Rosen, G.D., Aboitiz, F. y Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: four consecutive patients with cortical anomalies. *Ann. Neurol.*, 18:222-233.

Galán, L., Biscay, R., Neyra, L., Pérez, M., Rodríguez, R., Bobes, M. y Martín, V. (1993) Statistical analysis of evoked potential data by means of nonparametric methods. IV International Symposium of the ISBET. Abstracts p. 46.

Galbraith, G.C. y Wong, E.H. (1993). Moment analysis of EEG amplitude histograms and spectral analysis: relative classification of several behavioral tasks. *Perceptual and motor skills*, 76: 859-866.

Galin, D., Raz, J., Fein, G., Johnstone, J., Herron, J. and Yingling, C. (1992). EEG spectra in dyslexic and normal readers during oral and silent reading. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 82: 87-101.

Gasser, T. (1988). A quantitative topographic component analysis for the EEG at rest. *In Statistics and topography in quantitative EEG*, Elsevier, Paris, 139-149.

Gasser, T., Jennen-Steinmetz, C. y Verleger, R. (1987). EEG coherence at rest and during a visual task in two groups of children. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 67: 151-158.

Geschwind, N. y Galaburda, A.M. (1985). Cerebral lateralization: biological mechanisms, associations and pathology. I, II, III. A hypothesis and a program for research. *Arch. Neurol.*, 42:428-459, 521-552, 634-654.

Gevins, A. (1996). High resolution evoked potentials of cognition. *Brain Topography* 8:189-200.

Gevins, A.S., Zeitlin, G.M., Doyle, J.C., Yingling, C.D., Schaffer, R.E., Callaway, E. y Yeager, C.L. (1979). Electroencephalogram correlates of higher cortical functions. *Science*, 203: 665-668.

Gevins, A.S., Zeitlin, G.M., Yingling, C.D., Doyle, J.C., Dedon, M.F., Schaffer, R.E., Roumasset, J.T. y Yeager, C.L. (1979b). EEG patterns during "cognitive" tasks. I. Methodology and analysis of complex behaviors. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 47: 693-703.

Gundel, A. y Wilson, G.F. (1992). Topographical changes in the ongoing EEG related to the difficulty of mental tasks. *Brain Topography*, 5: 17-25.

Gutiérrez, S. y Corsi-Cabrera, M. (1988). EEG activity during performance of cognitive tasks demanding verbal and/or spatial processing. *International Journal of Neuroscience*, 42: 149-155.

Harmony, T. (1989). Psychophysiological evaluation of children's neuropsychological disorders. In C.R. Reynolds y E. Fletcher-Janzen (eds.) *Handbook of clinical child neuropsychology*, New York. Plenum Publ.

Harmony, T. (en prensa). Psychophysiological evaluation of Neuropsychological disorders in Children. (A revised version). In C.R. Reynolds y E. Fletcher-Janzen (eds.) *Handbook of clinical child neuropsychology*, New York. Plenum Publ. (2nd edition).

Harmony, T., Alvarez, A., Pascual, R., Ramos, A., Marosi, E., Díaz de León, A.E., Valdés, P. y Becker, J. (1988). EEG maturation in children with different economic and psychosocial characteristics. *Intern. J. Neurosci* 54:147-155

Harmony, T., Marosi, E., Díaz de León, A.E., Becker, J. y Fernández, T. (1990a). Effect of sex, psychosocial disadvantages and biological risk factors on EEG maturation. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 482-491.

Harmony, T., Hinojosa, G., Marosi, E., Becker, J., Fernández, T., Rodríguez, M., Reyes, A. y Rocha, C. (1990b) Correlation between EEG spectral parameters and an educational evaluation. *International Journal of neuroscience*, 54: 147-155.

Harmony, T., Marosi, E., Becker, J., Reyes, A., Rodríguez, M., Bernal, J., Hinojosa, G. y Fernández, T. (1992). Correlación entre el análisis de frecuencias del EEG y el rendimiento en pruebas de atención selectiva y memoria en niños. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje* 1: 96-103.

Harmony, T., Fernández-Bouzas, A., Marosi, E., Fernández, T., Bernal, J., Rodríguez M., Reyes, A., Silva, J., Alonso, M. and Casián, G. (1993). Correlation between computer tomography and voltage and current source density spectral EEG parameters in patients with brain lesions. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 87: 196-205.

Harmony, T., Marosi, E., Becker, J., Rodríguez, M., Reyes, A., Fernández, T., Silva, J., Bernal, J. (1995). Longitudinal quantitative EEG study of children with different performances on a reading-writing test. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 95: 426-433.

Harmony, T., Fernández, T., Silva, J., Bernal, J., Díaz-Comas, L., Reyes, A., Marosi, E., Rodríguez, M. y Rodríguez, M. (en prensa). EEG delta activity: an indicator of attention to internal processing during the performance of mental tasks. *International Journal of Psychophysiology*.

Howard, D., Patterson, K., Wise, R., Brown, D.A.W., Friston, K., Weiller, C. and Frackowiak, R. (1992). The cortical localization of the lexicons. *Brain*, 115: 1769-1782.

Hynd, G.W. Neurological aspects of dyslexia: Comment on the balance model. (1992). *Journal of Learning Disabilities* 25: 110-112.

Hynd, G.W. and Semrud-Clikeman, M. (1989) Dyslexia and brain morphology. *Psychological Bulletin*, 106:447-482.

Hynd, G.W., Semrud-Clikeman, M., Lorys, A.R., Novey, E.S. y Eliopoulos, D. (1990) Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity. *Arch. Neurol.*, 47:919-926.

John, E.R., Pritchard, L., Ahn, H., Easton, P., Friedman, J. and Kaye, H. (1983). Neurometric evaluation of cognitive dysfunctions and neurological disorders in children. *Progress in Neurobiology*, 21: 239-290.

John, E.R., Pritchard, L.S. y Chabot, R.J. (1989). Quantitative electrophysiological maps of mental activity. En Basar, E. y Bullock, T.H. (eds.). *Brain Dynamics 2*. Springer Verlag, Berlin, 316-330.

Jones, D., Gale, A. and Smallbone, A. (1979). Short-term recall of nine-digit strings and the EEG. *British Journal of Psychology*, 70: 97-119.

Jones, N.A. y Fox, N.A. (1992). Electroencephalogram asymmetry during emotionally evocative films and its relation to positive and negative affectivity. *Brain and Cognition*, 20: 280-299.

Just, M. y Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99: 122-149.

Kakizaki, T. (1984). Relationship between EEG amplitude and subjective rating of task strain during performance of a calculating task. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 53: 206-212.

Kakizaki, T. (1985). Evaluation of mental task strain based on occipital beta activity and subjective rating of task difficulty. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 54: 466-470.

Kaufman, A.S. (1982) *Psicometría razonada con el WISC*. Editorial El manual moderno, México D.F.

Kaufman, L., Curtis, S., Wang, J.Z. y Williamson, S.J. (1991). Changes in cortical activity when subjects scan memory for tones. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 82: 266-284.

Klimesch, W., Pfurtscheller, G., Mohl, W. y Schimke, H. (1990). Event-related desynchronization, ERD-mapping and hemispheric differences for words and numbers. *International Journal of Psychophysiology*, 8: 297-308.

Krause, C.M., Lang, H., Laine, M., Kuasisto, M. and Porn, B. (1995) Cortical processing of vowels and tones as measured by event-related desynchronization. *Brain Topography*, 8:47-56.

La Buda, M.C. and De Fries, J.C. (1990). Genetic etiology of reading disability evidence from a twin study. In *Perspectives in dyslexia*. Vol. 1, pp. 47-76. G. Th. Pavlidis (ed.). John Wiley and Sons, New York.

La Jornada, 25 de abril de 1995.

Lang, W., Lang, M., Kornhuber, A., Diekmann, V. y Kornhuber, H.H. (1988). Event-related EEG spectra in a concept formation task. *Human Neurobiology*, 6: 295-301.

Lansing, R.W. (1957). Relation of brain and tremor rhythms to visual reaction time. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 9: 497-504.

Larsen, J.P., Høien, T., Lundberg, I. and Odegaard, H. (1990). MRI evaluation of the size and symmetry of the planum temporale in adolescents with developmental dyslexia. *Brain and Language*, 39: 289-301.

LeMay, M. (1976). Morphological cerebral asymmetries of modern man, fossil man and nonhuman primates. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 280:349-366.

Lindgam, S., Read, S., Holland, I.M., Wilson, J., Brett, E.M. and Hoare, R.D. (1982). Value of computerized tomography in children with non-specific mental abnormality. *Archives of Disease in Childhood*, 57: 381-383.

Lyon, R. (1982). Subgroups of learning disabled readers: Clinical and empirical identification. In: H.R. Myklebust (Ed.). *Progress in learning disabilities*. Vol. 5. New York, Grune and Stratton, pp. 103-133.

Makeig, S. e Inlow, M. (1993). Lapses in alertness: coherence of fluctuations in performance and EEG spectrum. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 86: 23-35.

Marosi, E., Harmony, T., Sánchez, L., Becker, J., Bernal, J., Reyes, A., Díaz de León, A. E., Rodríguez, M. y Fernández, T. (1992). Maturation of the coherence of EEG activity in normal and learning-disabled children. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 83: 350-357.

Marosi, E., Harmony, T., Becker, J., Bernal, J., Reyes, A., Rodríguez, M. y Fernández, T. (1993). Sex differences in EEG coherence in normal children. *International Journal of Neuroscience*, 72: 115-121.

Matousek, M. and Petersén, I. (1973) Frequency analysis of the EEG in normal children and adolescents. In P. Kellaway and I. Petersén (eds.) *Automation of clinical electroencephalography*. Raven Press, New York.

Matthis, P., Scheffner, D., Benninger, Ch., Lipinsky, Ch. and Stolzis, L. (1980). Changes in background activity of the EEG according to age. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 49: 626-635.

Mattis, S., French, J.H. and Rapin T. (1975) Dyslexia in children and adults: Three independent neuropsychological syndromes. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 17: 150-163.

Merrin, E.L., Floyd, T.C. y Fein, E. (1988). Task-related EEG alpha asymmetry in schizophrenic patients prior to and after neuroleptic treatment. *Schizophrenia Research*, 1: 283-293.

Morrell, L.K. (1966). EEG frequency and reaction time -a sequential analysis. *Neuropsychologia*, 4: 41-48.

Myslobodsky, M.S. and Weinberger, D.R. (1987). Brain CT asymmetry in schizophrenia and sighting dominance. En: R. Takahashi, P. Flor-Henry, J. Gruzelier and S. Niwa (Eds) *Cerebral dynamics, laterality and psychopathology*, Elsevier Science Publ. pp. 439-448.

Ojeman, G.A., Fried, I. y Lettich, E. (1989). Electrocorticographic (ECoG) correlates of language. I. Desynchronization in temporal language cortex during object naming. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 73: 453-463.

Ortiz, T., Expósito, F.J., Miguel, F., Martin-Loeches, M. and Rubia, F.J. (1992). Brain mapping in dysphonemic dyslexia: in resting and phonemic discrimination conditions. *Brain and Language*, 42: 270-285.

Otero, G. (1994). EEG spectral analysis in children with socio-cultural handicaps. *International Journal of Neuroscience*, 79: 213-220.

Otero, G. (en prensa). Poverty, subculture and brain development: a study with pre-school mexican children. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*.

Pascual Marqui, R.D., González Andino, S.L., Valdés Sosa P.A. y Valdés Sosa M. (1988). Current source density estimation and interpolation based of the spherical harmonic expansion. *International Journal of Neuroscience*, 43: 237-250.

Pascual Marqui, R.D., Biscay, R., Valdés P. (1990). The physical basis of electrophysiological brain imaging: exploratory techniques for source localization and waveshape analysis of functional components of electrical brain activity. In John, E.R., Harmony, T., Prichep, L, valdés, M y Valdés A. (eds.). Machinery of the mind. Birkhauser Boston pp 435-458.

Perani, D., Cappa, S.F., Bettinardi, V., Bressi, S., Gordo-Tempini, M., Matarrese, M. and Fazio, F. (1995). Different neural systems for the recognition of animals and man-made tools. NeuroReport 6: 1637-1641.

Perfetti, C.A. and Lesgold, A.M. (1977) Discourse comprehension and sources of individual differences. In M.A. Just and P.A. Carpenter (Eds.) Cognitive process in comprehension, Earlbaum Hillsdale, NJ., pp. 141-183.

Petersén, I., Fox, PT, Snyder, A.Z. and Raichle, M.E. (1990). Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like stimuli. Science, 249: 1041-1044.

Petrauskas, R. and Rourke, B. (1979) Identification of subgroups of retarded readers: A neuropsychological multivariate approach. Journal of Clinical Neuropsychology, 1: 17-37.

Petrides, M., Alivisatos, B., Evans, A.C. and Meyer, E. (1993). Dissociation of human mid-dorsolateral from posterior dorsolateral frontal cortex in memory processing. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 90: 873-877.

Petsche, H., Lacroix, D., Lindner, K., Rappelsberger, P. y Schmidt-Henrich, E. (1992). Thinking with images or thinking with language: a pilot EEG probability mapping study. International Journal of Psychophysiology, 12: 31-39.

Petsche, H., Pockberger, H. y Rappelsberger, P. (1986). EEG topography and mental performance. En Duffy, F.H. (Ed). Topography mapping of the brain. Butterworth, Stoneham, 63-98.

Pfurtscheller, G. (1992). Event-related synchronization (ERS): an electrophysiological correlate of cortical areas at rest. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 83:62-69.

Pfurtscheller, G. and Aranibar, A. (1977). Event related cortical desynchronization detected by power measurements of scalp EEG. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 42: 817-826.

Pfurtscheller, G. y Klimesch, W. (1989). Cortical activation pattern during reading and recognition of words studied with dynamic event-related desynchronization mapping. En K. Maurer (Ed). Topographic brain mapping of EEG and Evoked Potentials. Springer-Verlag, Berlin, 304-313.

Pollock, V.E., Schneider, L.S. y Lyness, S.A. (1990). EEG amplitudes in healthy, late-middle-aged and elderly adults: normality of the distributions and correlations with age. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 75: 276-288.

Pulvermülle, F., Eulitz, C., Pantev, C., Mohr, B., Feige, B., Lutzenberger, W., Elbert, T. and Birbaumer, N. (1996). High frequency cortical responses reflect lexical processing: an MEG study. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 98: 76-85.

Ray, W.J. y Cole, H.W. (1985). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*, 228: 750-752.

Rayner, K. and Pollatsek, A. (1989). *The Psychology of Reading*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Reigosa, V., Pérez, M.C., Manzano, M., y Antelo, J.M. (1994) Sistema automatizado para explorar la lectura en escolares de habla hispana. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 2: 141-160.

Rezai, K., Andreasen, N.C., Alliger, R., Cohen, G., Swayze, V. and O'Leary, D.S. (1993). The neuropsychology of frontal cortex. *Arch. Neurol.*, 50: 636-642.

Rippon, G. (1990). Individual differences in electrodermal and electroencephalographic asymmetries. *Int. J. Psychophysiol.*, 8: 309-320.

Roland, P.E. (1993). *Brain activation*. Wiley-Liss, New York.

Roldán, P., Lepicovska, V., Dostalek, C. y Hrudova, L. (1980). Effects of breathing at a fast pace on the human EEG. *Activitas Nervosa Superior (Praga)*, 22: 124.

Rourke, B.P. (1990). Learning disability subtypes: a neuropsychological perspective. In *Perspectives in dyslexia*. Vol. 1, pp. 27-46. G. Th. Pavlidis (ed.). John Wiley and Sons, New York.

Rugland, A.L. (1990) "Subclinical" epileptogenic activity. In *Paediatric Epilepsy* pp. 217-224. M. Sillanpaa, S.I. Johannssen, G. Blennow and M. Dam (eds.). Wrightson Biomedica Publishing Ltd.

SAS/STAT User's Guide (1992) Release 6. SAS Institute.

Schultz, R.T., Cho, N.K., Staib, L.H., Kier, L.E., Fletcher, J.M., Shaywitz, S.E., Shankweiler, D.P., Katz, L., Gore, J.C., Duncan, J.S. and Shaywitz, B.A. (1994). Brain morphology in normal and dyslexic children: the influence of age and sex. *Ann. neurol.*, 35: 732-742.

Silva, J., Harmony, T., Bernal, J., Fernández, T., Rodríguez, M., Reyes, A., Marosi, E., Yáñez, G., Guerrero, V., Rodríguez, H. y Rodríguez, M. (en prensa). Comparación entre las habilidades en la lectura de dos grupos con diferente desempeño académico. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*.

Snodgrass, J.G y Vanderwart, M. A (1980). Standardized Set of 260 Pictures: Norms for Name Agreement, Image Agreement, Familiarity, and Visual Complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6: 174-215.

Solís-Ortiz, S., Ramos, J., Arce, C., Guevara, M.A. and Corsi-Cabrera, M. (1994). EEG oscillations during menstrual cycle. *International Journal of Neuroscience*, 76: 279-292.

Spitzer, M., Kwong, K.K., Kennedy, W., Rosen, B.R. and Belliveau, J.W. (1995). Category-specific brain activation in fMRI during picture naming. *NeuroReport* 6: 2109-2112.

Srinivasan, R., Nunez, P.L., Tucker, D.M., Silberstein, R.B., Cadusch, P.J. (1996). Spatial sampling and filtering of EEG spline Laplacians to estimate cortical potentials. *Brain Topography*, 8: 355-366.

Surwillo, W.W. (1963a). The relation of response-time variability to age and the influence of brain wave frequency. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 15: 1029-1032.

Surwillo, W.W. (1963b). The relation of simple response time to brain-wave frequency and the effects of age. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 15: 105-114.

Swanson, H.L. (1993) Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 87-114.

Swanson, H.L. (1994) Short-term memory and working memory: do both contribute to our understanding of academic achievement in children and adults with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 27: 34-50.

Swanson, H.L., Cochran, K.F. and Ewers, C.A. (1989) Working memory in skilled and less skilled readers. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 17: 145-156.

Tallal, P., Miller, S., and Fitch, R.S. Neurobiological basis, of speech: a case for the preeminence of temporal processing. (1993) In: Tallal, P.; Galaburda, A.M Llinás, R.R and von Euler, C. (Ed.), *Temporal Information Processing in the Nervous System: Special Reference to Dyslexia and Dysphasia*, Ann. N.Y. Acad. Sci. pp. 27-47

Torgesen J.K. (1988) The cognitive and behavioral characteristics of children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 21: 587-589.

Townsend, R.E. and Johnson, L.C. (1979). Relation of frequency-analyzed EEG to monitoring behavior. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 47: 272-279.

Tucker, D.M., Dawson, S.L., Roth, D.L. y Penland, J.G. (1985). Regional changes in EEG power and coherence during cognition: intensive study of two individuals. *Behavioral Neuroscience*, 99: 564-577.

Ungerleider, L.G. and Haxby, J.V. (1994). "What" and "where" in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 4: 157-165.

Valdés, P., Bosch, J., Grave, R., Hernández, J., Riera, J., Pascual, R. y Biscay, R. (1992). Frequency domain models of the EEG. *Brain Topography*, 4: 309-319.

Valentino, D.A., Arruda, J.E. y Gold, S.M. (1993). Comparison of QEEG and response accuracy in good vs. poorer performers during a vigilance task. *International Journal of Psychophysiology*, 15: 123-133.

Veldhuizen, R.J., Jonkman, E.J. y Poortvliet, D.C.J. (1993). Sex differences in age regression parameters of healthy adults - normative data and practical implications. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 86: 377-384.

Vogel, W., Broverman, D.M. and Klaiber, E.L. (1968). EEG and mental abilities. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 24: 166-175.

Wechsler, D. (1974). *Wechsler Intelligence Scale for Children - Revised*. New York: Psychological Corporation.

Wexler, B.E., Warrenburg, S., Schwartz, G.E. y Janer, L.D. (1992). EEG and EMG responses to emotion evoking stimuli processed without conscious awareness. *Neuropsychologia*, 30 (12): 1065-1079.

Williams, H.L., Granda, A.M., Jones, R.C., Lubin, A. and Armington, J.C. (1962). EEG frequency and finger pulse volume as predictors of reaction time during sleep loss. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 14: 64-70.

Zeki, S. (1993). The visual association cortex. *Current Opinion in Neurobiology*, 3: 155-159.