



03086
1
20

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**UNIDAD ACADEMICA DE LOS CICLOS PROFESIONALES
Y DE POSGRADO DEL CCH. UNAM.**

**EXPLORACION ELECTROENCEFALOGRAFICA DE NIÑOS
NORMALES Y CON TRASTORNOS DE APRENDIZAJE.**

T E S I S

Que para obtener el grado de doctor en

CIENCIAS FISIOLÓGICAS

P r e s e n t a

ERZSEBET MAROSI HOLCZBERGER

DIRECTOR DE TESIS: DRA. THALIA HARMONY

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1 9 9 3

**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.

INDICE

RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	3
INTRODUCCION	
Cap. I. Medidas espectrales del EEG cuantitativo.....	5
Cap. II. Maduración	
II.1. Procesos básicos de la maduración en el sistema nervioso central.....	11
II.2. Efecto de la edad sobre el EEG.....	14
Cap. III. Sexo	
III.1. Diferencias conductuales según el sexo.....	17
III.2. Diferencias morfológicas del cerebro según el sexo.....	19
III.3. Origen de las diferencias cerebrales observadas entre los sexos.....	20
III.4. Diferencias en el EEG según el sexo.....	21
Cap. IV. Nivel socioeconómico y el EEG.....	23
Cap. V. Trastornos de aprendizaje	
V.1. Definición y problemas inherentes.....	27
V.2. Teorías sobre la etiología.....	30
Cap. VI. Trastornos de aprendizaje y el EEG.....	37
OBJETIVOS.....	41
HIPOTESIS.....	43
SUJETOS.....	45

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

METODO.....51

RESULTADOS

I. Análisis de los valores de potencia

absoluta y relativa

I.1. Obtención de ecuaciones normativa en función de la edad , en niños sin antecedentes de riesgo.....55

I.2. Efecto del sexo en los niños control sin antecedentes de riesgo.....58

I.3. Efecto del nivel socioeconómico en los niños control sin antecedentes de riesgo..61

I.4. Efecto de riesgo en niños control.....63

I.5. Efecto de los resultados de la evaluación pedagógica de lectoescritura.....65

II. Análisis de las coherencias electro-

encefalográficas

II.1. Diferencias en la maduración de los valores de coherencia en niños con y sin problemas de aprendizaje.....72

II.2. Efecto del sexo sobre las coherencias en niños control.....82

II.3. Comportamiento de los valores de coherencia en niños con diferentes resultados en la evaluación pedagógica.....86

DISCUSION

1. Maduración de los parámetros espectrales

del EEG.....101

2. Efecto del sexo.....106

3. Efecto de los factores socioculturales y de riesgo.....	111
4. Efecto de los problemas de aprendizaje.....	115
5. Probables causas de los problemas de aprendizaje.....	121
CONCLUSIONES.....	129
PERSPECTIVAS.....	132
ANEXOS.....	134
REFERENCIAS.....	136

RESUMEN

Esta tesis tiene el objetivo de caracterizar los parámetros espectrales de niños escolares normales y con diferentes grados de trastornos de aprendizaje. El estudio consta de varias partes, cada una usa diferente número de sujetos con un total de 98 niños control y 54 con problemas de aprendizaje, en un rango de edad de 6.0 a 16.8 años. En base a un EEG en 15 derivaciones referenciales para cada sujeto, se calcularon los valores de potencia absoluta, potencia relativa y las coherencias comparando cada Área contra todo el resto (105 comparaciones). Se estudió el efecto de la edad, del sexo, del nivel socioeconómico de los sujetos, de los antecedentes de riesgo de daño cerebral y de los diferentes grados de problemas de aprendizaje sobre estos valores espectrales. Se observó que el efecto de la edad fue el más fuerte entre todas las variables, mostrando una disminución de la potencia absoluta en todas las bandas, una disminución de la potencia relativa en las bandas delta y teta y un aumento en las alfa y beta. Las coherencias aumentaron con la edad teniendo un patrón de maduración diferente para los niños con problemas de aprendizaje.

El sexo no afectó los valores de la potencia absoluta, pero se reveló mayor potencia relativa alfa y menor delta y teta para los niños que para las niñas. La maduración de los valores de potencia fue diferente en los niños y niñas, teniendo las niñas un proceso de maduración más acelerado. Las coherencias mostraron diferencias en el hemisferio derecho, donde los niños tuvieron valores de coherencia más bajos.

El nivel socioeconómico influyó sobre los valores espectrales, los grupos con mayor desventaja social tuvieron potencia absoluta mayor en las bandas delta, teta y beta en las regiones frontales y mayor potencia relativa delta y menor alfa en las regiones posteriores.

Los antecedentes de riesgo de daño cerebral aumentaron la potencia absoluta en todas las bandas y en casi todas las regiones cerebrales. La potencia relativa no se vió afectada por el riesgo.

Los problemas de aprendizaje después de eliminar el efecto de la edad, del nivel socioeconómico y del riesgo, mostraron diferencias según los resultados obtenidos en la evaluación pedagógica. Los niños con resultados buenos en la prueba de lectoescritura (ped1) tuvieron más actividad alfa que el resto de sujetos. El grupo ped2 se caracterizó por tener mayor cantidad de actividad teta, independientemente de los factores de riesgo y del nivel socioeconómico. Los niños con resultados malos y muy malos en la prueba pedagógica (ped3 y ped4) presentaron mayor cantidad de actividad delta en T3 y F7.

Estos resultados muestran que el EEG cuantitativo es un instrumento sensible y útil para ver los efectos de las diferentes variables que permite hacer propuestas en cuanto a las causas posibles de los problemas de aprendizaje.

SUMMARY

The aim of this work is to characterize the spectral parameters of school-aged control children and those with learning disability. This study has different parts, each one with different number of subjects. The total number of children is 98 controls and 54 with learning disability, with an age range from 6.0 to 16.8 years. EEGs in 15 monopolar derivation for each subject were analyzed and the absolute power, the relative power and the coherences (in 105 comparisons) were calculated.

The effects of age, sex, socioeconomic status (SES), risk factors for brain damage and different severity of learning disability were computed on the spectral parameters. The age effect was the strongest one, showing a decrease of the absolute power in all bands, a decrease of relative power in the delta and teta bands and an increase in the alpha and beta bands. The coherences increased with the age in both groups, having the learning disabled children a different maturational pattern.

The sex had no influence on the absolute power, but higher relative power was observed in the alpha and lower in the delta and theta bands for the boys than for the girls. The maturation of the power values was different for boys and girls, having girls a more accelerated maturation. The coherences of boys were lower in the right hemisphere.

The socioeconomic status also had an effect on the spectral values. The group with worst socioeconomic condition had higher absolute power in the delta, theta and beta bands at frontal

regions and higher delta relative power and lower alfa relative power at posterior regions.

The risk factors for brain damage increased the absolute power in all bands and nearly all regions. The relative power was not affected by the risk factors.

When eliminating the effect of age, socioeconomic status and risk, the learning disability measured by the reading-writing test showed a well defined effect on the spectral parameters. Children with good results in the test (ped1) had more alpha than the rest of subjects. The group with mild problems (ped2) had more theta activity, independently of the other factors (risk and SES). The children with severe and very severe problems of lecture (ped3 and ped4) had more delta activity in T3 and F7. Higher coherences were observed for the groups with learning disability than for the control one.

These results show that quantitative EEG is a very sensitive and useful instrument, which reflects the effect of many factors and offer the possibility to understand some of the mechanism underlying learning disability.

INTRODUCCION

Capitulo I.

MEDIDAS ESPECTRALES DEL EEG CUANTITATIVO.

Durante mucho tiempo, el EEG convencional fungia como único instrumento para estudiar la actividad del cerebro. Se usaba y sigue usándose en la clinica para los niños que tienen problemas de aprendizaje, a pesar de que algunos estudios han mostrado su poca utilidad (Ross y Ross, 1976; Marosi, 1981). El EEG cuantitativo es más sensible y refleja con mayor exactitud los cambios leves en la amplitud o en la frecuencia: consecuentemente, muestra más fielmente las diferencias entre los niños controles y los que tienen trastornos en el aprendizaje. Así, se van acumulando datos que muestran discrepancias entre los niños control y los niños con trastornos de aprendizaje.

La interpretación del EEG presenta varios problemas pues contiene una gran cantidad y complejidad de información y no se conocen detalladamente los procesos fisiológicos subyacentes. El EEG es un compuesto de actividades de frecuencias variadas que se generan en diferentes partes del cerebro. Debido a que no se conocen todas las funciones y causas que influyen sobre la actividad eléctrica cerebral, los parámetros de normalidad del EEG se han determinado en base a las distribuciones encontradas en la población "normal". Desafortunadamente, existen sujetos normales con registro electroencefalográfico anormal y al revés,

lo que complica la interpretación. Además, las normas conocidas no son hechas en México, sino en países del primer mundo y Harmony et al. (1990) han mostrado que sirven solamente para una minoría de niños mexicanos de la clase media alta y alta.

Otro problema de los registros electroencefalográficos es que los amplificadores son diferenciales, es decir, no muestran la actividad real de la población neuronal subyacente, sino la diferencia de dos entradas de registro. El registro es una comparación de dos actividades desconocidas y se debe atribuir cierta actividad a cada una de estas áreas. El registro monopolar está destinado a eliminar esta desventaja usando un punto sin actividad cerebral como referencia; sin embargo, no existe célula viva que no tenga alguna actividad eléctrica y la cercanía de los generadores cerebrales hace inevitable la interferencia (Nuñez, 1981). Así, el punto de referencia con actividad cero es una ilusión más que una realidad, ya que aún no existe punto de referencia ideal. Las referencias comúnmente usadas se colocan o en ambos lóbulos auriculares o en los mastoides, utilizando el lóbulo izquierdo contra los electrodos sobre el hemisferio izquierdo y el lado derecho contra los electrodos derechos. En este último caso se comparan los electrodos derechos e izquierdos con dos puntos con actividad diferente, que obviamente falsifica las medidas de simetría. Para eliminar este error se usan los electrodos de referencia cortocircuitados y así todos los electrodos se comparan con un punto con actividad igual, pero es imposible evitar que este punto de referencia tenga distancias diferentes a los electrodos activos (Lopes da Silva, 1987). En esta forma, los electrodos

más cercanos a la referencia forzosamente van a reflejar más la actividad subyacente al electrodo de referencia que los lejanos. Para eliminar este problema se calcula el efecto de la referencia en cada punto y se elimina del registro o se utiliza el análisis laplaciano en que la actividad registrada en un electrodo se compara con sus electrodos circundantes, evitando el efecto falsificador de las referencias; estos métodos todavía están en fase experimental. Otro método destinado a eliminar este problema es el EEG de los campos magnéticos (MEG), que no necesita punto de referencia y que mide los campos magnéticos perpendiculares al electrodo. Desgraciadamente, su costo todavía es muy alto.

La neurometría es un método de análisis cuantitativo del EEG que aunque no elimina los problemas causados por la referencia, hace posible la comparación entre los datos registrados y los valores normativos y determinan la desviación de las normas da un perfil típico para cada trastorno (John, 1990). La neurometría tiene numerosas ventajas sobre el registro tradicional, ya que su interpretación es precisa y objetiva, permite detectar y cuantificar actividad cerebral anormal, hace posible el uso de técnicas estadísticas multivariadas más poderosas e identificar subtipos de sujetos con diferentes patrones de anomalías. Además, ofrece medidas específicas y múltiples:

a) La potencia absoluta mide el área bajo la curva en un intervalo de frecuencias determinadas. Generalmente se usan bandas anchas, con intervalos de frecuencia similares a los de los ritmos electroencefalográficos. Un aumento patológico en la potencia absoluta en ciertas bandas podría estar dado por una

mayor sincronización de la actividad, por ejemplo, una descarga epiléptica. Una disminución podría ser la consecuencia de muchos procesos, por ejemplo muerte cerebral en casos de irrigación deficiente en isquemia, o mayor diferenciación durante la maduración. En condiciones normales el valor de la potencia absoluta aumenta hasta el año de edad y luego disminuye lentamente hasta los 10 años (Schmid et al., 1985). La variación interindividual es grande. Una desviación de las normas, una disminución o un aumento en la amplitud puede revelar cierta patología, dependiendo de la banda de frecuencia afectada.

b) La potencia relativa es una medida que muestra el porcentaje de actividad en cada banda de frecuencia. Como se trata de un porcentaje, un aumento en una de las bandas debe significar una disminución en otra o en otras. Durante la niñez ocurren cambios continuos en la potencia relativa según las bandas: se aumenta la actividad alfa, la beta(uno) y la beta(dos) y se disminuye la actividad lenta (delta y theta). Las patologías están dadas por un aumento en la actividad lenta y una disminución de la actividad rápida.

c) La coherencia es una medida de acoplamiento o de interconectividad cortical, que refleja el número y la intensidad de las conexiones entre generadores espacialmente distantes. Un aumento en las coherencias podría estar dado por la presencia de actividad similar en dos áreas corticales directamente conectadas o relacionadas con una tercera fuente cortical o subcortical o con una cascada de regiones funcionalmente interrelacionadas con las áreas de registro. Otra causa de una coherencia alta podría ser la conducción por

volumen que produce un decremento de las coherencias en caso de electrodos separados, ya que la coherencia decae con la distancia en forma exponencial (Lopes da Silva, 1987). La propagación de los ritmos del EEG también depende de las propiedades espaciales de las redes neuronales corticales, ya que la corteza no es un medio homogéneo. Sistemas de fibras intracorticales que tienen una longitud mayor que el diámetro de una columna (300-700 μm dato de Goldman-Rakic, 1984), aseguran la interconectividad de las diferentes columnas (Lopes da Silva, 1987). Registros intracorticales hechos por Duckrow y Spencer (1992) con electrodos muy cercanos muestran la presencia de patrones espaciales periódicos de actividad altamente coherente originada en estructuras finas separadas de repente por áreas de actividad con coherencia baja. Estos autores dicen que el mecanismo que asegura la alta coherencia para electrodos cercanos es la conducción por volumen, pero su importancia es limitada, ya que las estructuras anatómicas interpuestas pueden causar una disminución en la coherencia en regiones vecinas. Thatcher et al. en 1986 revisaron varios trabajos neuromorfológicos y los relacionaron con la coherencia, encontrando que solamente 1% de las fibras corticales salen del tálamo, 2-4% de la corteza contralateral y la gran mayoría, aproximadamente 95%, de la corteza ipsilateral. Estas fibras de asociación cortico-corticales tienen una longitud promedio de algunos centímetros, mientras que las conexiones intercolumnares son cortas y tienen una longitud inferior a 1 mm. Estos autores proponen que la mayoría de los fenómenos manifestados en el EEG son producidos por las fibras cortico-corticales largas. Para

explicar la coherencia presentan un modelo de dos compartimientos, basado en el hecho de que la neocorteza tiene dos tipos de células: Golgi tipo I que son piramidales, de axón largo, y Golgi tipo II que son de axón corto. Si la población neuronal registrada tiene una densidad de células Golgi tipo II entre 10 y 100 veces mayor que la de Golgi tipo I, se espera una mayor contribución de las conexiones de axón corto para los electrodos cercanos. En el caso de electrodos separados, la contribución de las conexiones de axón corto a la coherencia sería mínima, y el aumento en las coherencias estaría determinado por las conexiones de axón largo. Los valores de la coherencia reflejan esta anisotropía cortical; consecuentemente podemos decir que la coherencia es una medida que muestra la organización funcional del EEG y revela características estructurales del cerebro.

A pesar de las ventajas ofrecidas por la neurometría, la interpretación de las variables cuantitativas del EEG no es fácil, porque refleja la influencia de muchos factores como edad, sexo, nivel socioeconómico, para mencionar solamente los más conocidos. Lo óptimo sería preparar normas en función de la edad, separadas según, sexo y nivel socioeconómico, lo que llevaría años, ya que tendría que incluir miles de sujetos por grupo. Estas normas todavía no existen, de modo que la gran mayoría de los investigadores dejan estos factores fuera, hecho que falsifica los resultados.

Capítulo II.

MADURACION

1. Procesos básicos de maduración en el sistema nervioso central.

El desarrollo del cerebro humano es un proceso anatómico y fisiológico que ocurre durante toda la vida, con cambios más drásticos durante la niñez. Consiste básicamente en mielogénesis, neurogénesis, sinaptogénesis, muerte neuronal programada y diferenciación funcional (Courchesne, 1989). La mielogénesis produce interconexiones más eficientes entre diferentes regiones cerebrales por conducción más veloz y consecuentemente se espera un aumento en los valores de coherencia con el aumento de la mielina. Este es un proceso progresivo, que presenta diferentes etapas. En la vida postnatal, los sistemas sensoriales y luego los motores son los primeros en completar la mielinización, cerca del segundo año de edad. Las fibras frontopontinas y del fórnix no terminan de mielinizarse antes del tercer año. La radiación talámica no especifica y el sistema reticular activador completan su mielinización alrededor de los 7 años de edad. La formación reticular continúa mielinizándose en la segunda década, tal vez culminando durante la pubertad. Las fibras corticales de asociación interhemisférica terminan su mielinización hasta la tercera década de la vida. La relación entre mielogénesis y conducta es poco conocida; los únicos datos que tenemos son las patologías con degeneración de la mielina que dan como resultado

un trastorno sensorial, motor y cognoscitivo. Sin embargo, a pesar de que muchas fibras completan su mielinización tardíamente, el sistema funciona perfectamente durante la niñez (Courchesne, 1989).

La neurogénesis es un aumento en el número de las neuronas y probablemente es causante de una disminución en los valores de coherencia. Durante el desarrollo hay una gran sobreproducción de neuronas. Alrededor del año de edad el número de las neuronas es máximo. Imágenes de resonancia magnética mostraron mucho menos materia gris cortical respecto al tamaño total del cerebro en adultos que en niños y jóvenes. Los métodos de regresión múltiple han aclarado que la disminución de la corteza con la edad no se debe al tamaño creciente del cerebro, sino que las personas mayores tienen menos materia gris para un tamaño dado (Jernigan et al., 1991). La eliminación de las neuronas es un proceso regresivo y generalmente ocurre durante el desarrollo temprano. La población neuronal se reduce selectivamente incrementando a la vez su especificidad funcional y su eficiencia. Las zonas donde ocurre la proliferación de las neuronas están separadas físicamente de su lugar de destino. Esto significa que la neurona joven postmitótica debe moverse del lugar de la proliferación a su posición final, y reconocer que llegó a su destino. Si no se hizo el contacto adecuado, ocurre o una retracción de la terminal del axón o muerte neuronal. Si la migración neuronal se interrumpe, el resultado es una posición anormal y la neurona se llama heterotópica (Nowakowski, 1987). Galaburda et al. (1985)

encontraron neuronas heterotópicas en el hipocampo de pacientes esquizofrénicos y en la neocorteza de niños con dislexia severa. La sinaptogénesis significa mayor cantidad de sinapsis, más comunicación entre las diferentes estructuras cerebrales, que se refleja probablemente en un aumento de los valores de la coherencia. Obviamente, el funcionamiento perfecto no significa solamente creación y eliminación del exceso de sinapsis, sino también un aumento en la eficiencia sináptica, sin aumento en el número (Nowakowski, 1987).

Los tiempos y los grados del incremento en la formación de las sinapsis es sorprendentemente similar para cada área cortical. En cada área medida por Goldman-Rakic, (1987) se observó un incremento muy acelerado de la densidad sináptica desde el último trimestre gestacional hasta los 8 meses de edad. A los ocho meses, el aumento se detuvo y empezó una rápida eliminación de las sinapsis durante los dos años postnatales. Después de esta edad, se observó un decremento menos acelerado, siguiendo el mismo ritmo en toda la corteza cerebral. El número óptimo (15-20 sinapsis por 100 μ m cuadrados) y la madurez funcional se alcanzan sólo en la pubertad. La expansión de las habilidades cognoscitivas depende de la maduración de la corteza cerebral. Es necesaria una masa crítica, pero no es una condición suficiente para lograr la competencia conductual adulta. Es muy probable que cierta densidad sináptica por unidad de área cortical sea un factor relevante para lograr la normalidad en la inteligencia general. Una densidad sináptica más alta o más baja es subóptima (Goldman-Rakic, 1987). Sin embargo, después de una lesión neonatal ocurre un rearrreglo

compensatorio de la distribución axonal y sináptica que aumenta las ramas colaterales. Devor y Schneider (1975) confirmaron en experimentos con animales que una disminución del árbol axonal en un sector causa una sobreproducción en otros lados.

2.- Efecto de la edad sobre el EEG

¿Cómo se manifiesta la maduración cerebral en la actividad eléctrica cerebral?

El EEG convencional de fetos humanos muestra que a los 5 meses de edad fetal, la actividad cerebral carece de organización, ritmicidad y regularidad; apenas a los 6 meses aparecen trenes de ritmos teta con una duración de 2 segundos. A los 7 meses gestacionales, la actividad lenta (1 Hz y de 100 a 200 microvolts) es continua y empieza a distinguirse el sueño lento del sueño activo. Después del nacimiento, se aceleran los cambios hasta los 3 años de edad, consistiendo en un aumento de frecuencias y una disminución de amplitud. Aunque menos aceleradamente, estos cambios duran hasta los 10 años y se observan cambios mínimos desde los 10 años hasta la edad adulta. Por los aspectos cambiantes del EEG durante la niñez, los problemas de interpretación son más numerosos que en caso de los registros de adultos (Majovski, 1989). La maduración del EEG desde el año hasta los 15 años de edad está descrita en el trabajo clásico de Petersen y Eeg-Olofsson, (1971).

El análisis cuantitativo del EEG ha mostrado que los parámetros espectrales derivados del análisis de las frecuencias también reflejan fuertemente el efecto de la edad. Matousek y Petersen (1973) demostraron con registros bipolares en niños suecos que

la potencia absoluta disminuye con la edad y que la potencia relativa también disminuye en las bandas delta y teta, mientras aumenta en las bandas alfa y beta. Más tarde John et al., (1980) publicaron las ecuaciones de regresión en función de la edad para la potencia relativa de cada banda, en niños americanos usando las mismas derivaciones bipolares de Matousek. Las normas calculadas para la población sueca y americana no presentaron diferencias. Estas ecuaciones también describen los cambios en el EEG con la edad en un grupo de niños de Barbados (Ahn et al, 1980) y cubanos (Alvarez et al. 1987). En 1988 Gasser et al. estudiaron cómo se desarrolla el EEG en niños de edad escolar y adolescentes y reportaron cambios con la edad tanto para la potencia absoluta como para la potencia relativa. Este estudio fue hecho en derivaciones monopolares; desgraciadamente se registraron apenas 8 regiones.

Existen pocos datos sobre la forma cómo la edad modifica los valores de coherencia. Gasser et al. (1987) compararon niños normales y superficialmente retrasados, en condiciones de descanso y ejecutando una tarea visual. Encontraron según la edad un ligero aumento en las coherencias, aunque el rango estudiado era muy estrecho (de 10 a 13 años). Thatcher et al. (1987) estudiaron las coherencias del EEG en niños desde 2 años hasta adultos jóvenes, hallando 5 etapas con un patrón cortical diferente en la maduración de las coherencias. Las regiones fronto-occipitales y fronto-temporales izquierdas precedieron a las áreas homólogas derechas, aunque la área frontopolar derecha maduró antes que la izquierda. Harmony (1984) realizó un estudio de correlación interhemisférica con 110 niños de 5 a 12

años de edad y con adultos. Encontró que las medias de los valores de correlación entre derivaciones homólogas interhemisféricas eran más bajas para los niños, que para los adultos. Sin embargo, falta una exploración meticulosa, hecha con derivaciones monopolares, con más áreas corticales y con un rango de edad más amplio.

Capitulo III.

SEXO

1.- Diferencias conductuales según el sexo.

La idea de que existen diferencias tanto en la organización cerebral, como en el desempeño de ciertas tareas específicas entre los dos sexos, ha dado lugar a muchas opiniones y resultados contradictorios en la investigación. Existen autores que niegan rotundamente cualquier diferencia en la lateralización cerebral según el sexo o bien dicen que la variabilidad observada entre mujeres y hombres a veces es menor que la observada entre los individuos dentro de cada sexo (Fairweather, 1982) y otros encuentran una gran variedad de evidencias (McGlone, 1980) al respecto.

Hombres y mujeres son diferentes en muchos aspectos de la vida diaria y sería raro que el cerebro no reflejara estas diferencias. La cuestión real es qué tanto somos diferentes, cómo se establecieron estas diferencias, qué significado funcional encierra este hecho para la vida cotidiana y cómo refleja el EEG estas diferencias funcionales.

Una observación práctica de los maestros de primaria es que las niñas tienen capacidades verbales más desarrolladas que los niños. Esta observación se corroboró en varios estudios (McGlone, 1980; Harshman et al., 1983; Kimura, 1987) y se encontró que las niñas son menos afectadas por la dislexia y por otros trastornos verbales, en una proporción de 3,5:1. Además,

se han reportado mayor número de abortos espontáneos, de trastornos perinatales, de autismo, de parálisis cerebral y de estados convulsivos para los niños que para las niñas. Ellas tienden más a ser diestras y muestran mejor rendimiento en tareas motoras finas y tienen mayor velocidad perceptual. En cambio, los muchachos tienen superioridad en tareas de razonamiento matemático y en las de relaciones espaciales. También, la incidencia de afasias después de una lesión del hemisferio izquierdo es, por lo menos, tres veces mayor en hombres que en mujeres y se observa en ellos generalmente mayor ocurrencia de síndromes psicopatológicos. La asimetría hemisférica funcional es menos marcada en la población de mujeres que en la de hombres, lo que se demuestra en tareas de audición dicótica y en estudios taquistoscópicos. El índice de lateralidad muestra que las mujeres tienden más a ser diestras. En tareas de procesamiento perceptual que exigen rivalización entre los hemisferios se demostró que la organización cerebral es diferente en los dos sexos: los hombres muestran una superioridad en tareas que involucran el hemisferio derecho y las mujeres son bicerebrales (McGlone, 1980). Estos hallazgos son independientes de las influencias culturales, la misma bilateralidad de las mujeres se observó en niños de Escocia y de Ghana. Según Flor-Henry (1980), esta bilateralidad es dependiente de la edad y se hace más evidente después de la pubertad. Buffery y Gray (1972) dicen que la lateralización hemisférica del lenguaje ocurre antes en las niñas que en los niños y estas diferencias por sexo se acentúan en los sujetos con dificultad de leer.

2.- Diferencias morfológicas del cerebro según el sexo.

En cuanto a la morfología del cerebro, Lacoste et al. (1986) y Demeter et al. (1985) reportaron diferencias según el sexo, encontrando el esplenio del cuerpo calloso significativamente mayor en las mujeres. El esplenio sirve para la transferencia visual de un hemisferio a otro, hecho que podría explicar por qué Potter y Graves (1988) encontraron mejor la ejecución de las mujeres en las tareas visuales que involucraban transferencia interhemisférica. En el cerebro de la rata Gorski y sus colaboradores (1978) observaron diferencias sexuales, encontrando un área sexualmente dimórfica del hipotálamo que es de mayor volumen y mayor grosor cortical en el hemisferio derecho de los machos. Los autores sospechan que estas diferencias existan por igual en humanos.

Ayoub y colaboradores (1983) hallaron que la región hipotalámica - responsable de la modulación e integración de la conducta sexual y reproductiva - es diferente según el sexo en ratas y en monos. El tamaño de las células en la área preóptica y ventromedial del hipotálamo es menor en el caso de las hembras. La comisura gris está más frecuentemente ausente en los hombres y se observaron circunvoluciones más simples y más regulares en las mujeres. El cóneo derecho, una circunvolución triangular que yace entre las cisuras parietooccipital y calcarina, es mayor que el izquierdo en las mujeres y el cóneo izquierdo es mayor que el derecho en los hombres (Wada 1976, citado por McGlone, 1980). También han sido reportadas diferencias subcorticales. Para el tallo cerebral se observó en las mujeres una conducción más rápida de la respuesta auditiva. La concentración de

norepinefrina es asimétrica en el tálamo: hay mayor cantidad en el lado izquierdo en la región de pulvinar. Falta estudiar si estas diferencias se relacionan con el sexo. La masa intermedia del tálamo es más grande en las mujeres, desde recién nacidas hasta la edad adulta (Wada, 1976 citado por McGlone 1980).

Gur et al., (1982) reportaron para las mujeres un flujo cerebral 15% mayor y tejido con mayor rapidez de perfusión, hecho que explicaron aduciendo un mayor porcentaje de materia gris. Otros investigadores encontraron que las mujeres tenían niveles más altos de MAO, enzima involucrada en la degradación de los neurotransmisores, especialmente de la dopamina (Robinson et al., 1977).

3.- Origen de las diferencias cerebrales observadas entre los sexos.

Arnold (1980) dice que la forma original del cerebro es el cerebro femenino que empieza a diferenciarse bajo el efecto de los andrógenos, y que la administración de esteroides a neonatos puede influir sobre la diferenciación hemisférica. Diamond et al., (1981) mostraron en ratas machos que el grosor cortical variaba con manipulación hormonal. El medio hormonal puede modificar el patrón cognoscitivo dentro de los límites de la predisposición genética. Sin embargo, no se sabe si estas respuestas diferenciadas frente a las hormonas se deben a un procesamiento hemisférico diferencial o a otra alteración en la organización cerebral. La diferenciación prenatal del sistema nervioso central y la interacción entre el sistema nervioso y las hormonas durante el periodo crítico del desarrollo, afecta

una amplia gama de funciones, incluyendo la maduración, la anatomía del sistema nervioso y la conducta, aunque no sabemos en qué forma.

Existe una discusión interminable sobre si estas diferencias en la ejecución se deben a diferencias genéticas o son consecuencia de la crianza. Y también existen dudas, sobre si es la morfología la que determina la calidad de la ejecución, o si es el entrenamiento, y si las diferencias en la organización cerebral se desarrollan posteriormente a consecuencia de la intensidad de las estrategias de crianza.

4.- Diferencias en el EEG según el sexo.

¿Cómo se manifiestan en el electroencefalograma estas diferencias morfológicas y conductuales determinadas por el sexo?

Petersen y Eeg-Olofsson (1971) y Matousek y Petersen (1973) encontraron mayor voltaje en el EEG de las adolescentes que en los adolescentes hombres. Eeg-Olofsson en 1980 encontró que la frecuencia de alfa es más alta en las mujeres que en los hombres.

Engel (1965) mostró que las latencias de los potenciales provocados visuales en recién nacidas eran más cortas que en los niños recién nacidos. En mujeres adultas, fue reportada una mayor amplitud y latencia más corta en sinnúmero de estudios, tanto para la respuesta de destello como para la del patrón (Marosi, 1987; Shearer et al., 1984). En los potenciales auditivos del tallo cerebral se encontraron latencias menores y amplitudes mayores de la onda V en el caso de las mujeres

(Edwards et al, 1983). Las diferencias observadas en el potencial provocado somatosensorial se explican con la mayor longitud del cuerpo y de los brazos.

Corsi-Cabrera et al. (1989) calcularon en hombres y mujeres adultos la correlación interhemisférica del EEG durante la aplicación de una prueba psicológica y encontraron menor diferenciación hemisférica en el caso de las mujeres.

No hay estudios que examinen las coherencias durante el descanso en niños, tomando en cuenta el efecto del sexo. Beaumont et al. en 1978 registraron el EEG de mujeres y hombres que ejecutaban tareas visoespaciales y verbales y encontraron un aumento de las coherencias dentro del hemisferio derecho de los hombres durante la ejecución de tareas espaciales, mientras que en las mujeres se observó un aumento total de las coherencias interhemisféricas. Las tareas verbales no se relacionaron con un aumento de las coherencias en el hemisferio izquierdo, como se esperaba.

Capítulo IV.

NIVEL SOCIOECONOMICO Y EL EEG

Cerca de 5 millones de niños latinoamericanos menores de 5 años sufren carencia de proteínas y calorías con distintos grados de severidad (Cravioto y Arrieta, 1983). Desgraciadamente, la baja ingestión de alimentos no se presenta sola, sino combinada con otros factores desventajosos del grupo social donde la malnutrición es prevalente, incluyendo bajo nivel educacional y analfabetismo, bajos ingresos, pobres condiciones de habitación, sanidad inadecuada, sobrepoblación, mala atención médica y poco conocimiento de los métodos de estimulación y educación infantil. Ya que todos estos factores tienen importancia cabal para el desarrollo intelectual del infante, es imposible estudiar solamente el efecto de la baja ingestión de proteínas. Otro problema en el estudio del desarrollo cognoscitivo, relacionado con factores culturales, es que los resultados de las pruebas psicológicas hechas en la infancia tienen poco valor predictivo para las edades mayores. Además, las exigencias culturales de cada grupo son diferentes, aunque algunas conductas pueden ser universalmente importantes (Cravioto y Arrieta, 1983).

Un estudio hecho por Dobbing y Kersley (1963) determinó que existen tiempos críticos, con saltos en el desarrollo cuando la vulnerabilidad frente a la malnutrición es mayor. La inmunidad del cerebro adulto ante la desnutrición no la comparte el cerebro del niño. Desde las 30 semanas gestacionales hasta el

final del segundo año de vida, una desnutrición severa puede provocar daño permanente sobre el desarrollo cerebral e intelectual del niño, especialmente cuando no existe una rehabilitación eficaz. Normalmente, el lenguaje es el que sufre mayor impedimento y muestra una normalización más lenta que la de las funciones motoras. Una desnutrición leve o moderada durante el periodo neonatal deja huellas solamente en el tamaño del cuerpo, pero no en las habilidades mentales. Cravioto y DeLicardie en 1970 estudiaron la influencia del medio familiar en niños con desnutrición severa y temprana, tomando en cuenta la situación biológica y social de los padres y la estructura familiar. Sus resultados fueron sorprendentes ya que la edad, la altura y el peso de los padres no mostraron relación con la desnutrición, ni con el nivel educativo de los padres, sus hábitos de leer el periódico o escuchar la radio. Sin embargo el analfabetismo y la falta de hábito de leer el periódico o escuchar la radio por parte de las madres de los sujetos experimentales, distinguía significativamente (en un nivel de .05) a las familias con y sin desnutrición. La importancia de la rehabilitación con estimulación adecuada es enorme. El 70-90% de los niños rehabilitados nutricionalmente que recibieron estimulación cognoscitiva, junto con mejoramiento de la interacción madre-niño, alcanzaron a los seis meses de tratamiento el nivel esperado para su edad, mientras solamente el 30% de los niños lograron este nivel sólo con rehabilitación nutricional (Cravioto y Arrieta, 1963). Sin embargo, Berlung y Rabo (1974) encontraron una correlación significativa entre la altura lograda en la edad adulta y el peso perdido durante el

episodio de desnutrición infantil, pero la ejecución en pruebas de inteligencia no se relacionaba con la severidad de desnutrición.

Los niños de un ambiente sociocultural desventajoso frecuentemente tienen antecedentes asociados con factores de riesgo para el daño cerebral; consecuentemente, raras veces presentan un patrón normal de la maduración de la actividad eléctrica cerebral. Díaz de León y sus col. (1988) encontraron que la desventaja psicosocial y cultural producida por una experiencia sensorial y verbal inadecuada, tiene un efecto más importante sobre el desarrollo del EEG que los mismos factores biológicos de riesgo. Harmony et al. en un estudio hecho en 1988 compararon una población infantil de áreas rurales y suburbanas marginadas de México y Venezuela con las pendientes del EEG relacionadas con la edad, obtenidas en niños norteamericanos y cubanos. Encontraron que la maduración de los niños que vivieron en condiciones ambientales inadecuadas e insalubres y con antecedentes de riesgo biológico y bajo nivel sociocultural, no mostró el patrón normal: pendientes positivas en la banda alfa y negativas para las bandas delta y teta. Los niños con antecedentes de riesgo presentaron mayor potencia absoluta en regiones frontales, temporales y centrales. La potencia relativa no se veía afectada por los antecedentes de riesgo. Los mismos resultados se observaron en niños norteamericanos con riesgo de daño cerebral Harmony et al. (1990a). En otro estudio de John et al. (1990) se declaró que las características neurométricas anormales son una implicación necesaria, pero no suficiente, de las disfunciones conductuales. Factores culturales, como la

estimulación, pueden hacer que el niño compense el daño neurológico causado por los factores de riesgo sostenidos. Estos autores concluyen que ni la anormalidad neurométrica, ni los antecedentes de riesgo, son suficientes para desarrollar problemas cognitivos si el ambiente familiar proporciona compensación por estimulación. Fernández et al., (1991b) compararon los hallazgos electroencefalográficos con el desarrollo de los huesos de las manos en niños con diferente nivel sociocultural y encontraron que en los niños con tercer o cuarto grado de desnutrición, todos los centros de osificación de las manos y de la muñeca se veían afectados, mientras en caso de desnutrición de primer o segundo grado, solamente se observó una ligera tardanza en la osificación de los metacarpianos. Los autores concluyeron que solamente la desnutrición severa y prolongada ejerce efecto deteriorante sobre la maduración de los huesos, mientras que la actividad eléctrica del cerebro puede estar afectada aun en ausencia de retraso en el crecimiento del esqueleto.

Capítulo V.

TRASTORNOS DE APRENDIZAJE

1.- Definición y problemas inherentes

El término "trastorno de aprendizaje" se aplica a un grupo de niños con una gran variedad de problemas. Según la definición de Johnson y Mykleburst (1967) este síndrome se manifiesta en "una habilidad motora adecuada, nivel de inteligencia normal o superior, visión y audición adecuadas y un buen ajuste emocional con una deficiencia en el aprendizaje." Los problemas específicos varían de niño a niño y la variedad es tan grande que las definiciones tradicionales trabajan con eliminaciones. Por ejemplo Kirk y Bateman (1962) determinaron que "el problema de aprendizaje no es resultado de retraso mental, de privación sensorial o de factores culturales o instruccionales." A pesar de que las definiciones son múltiples, todas contienen algunos elementos comunes:

- a) deficiencias académicas de carácter verbal, conductual o de atención;
- b) discrepancia entre capacidad y rendimiento, ejecución esperada y mostrada, o una ejecución por lo menos de 2 años por debajo de la ejecución esperada;
- c) ninguna de las manifestaciones se puede atribuir a retraso mental o a problemas perceptuales;

d) frecuentemente la diagnosis se hace con la suposición de un presunto daño orgánico o disfunción cerebral, aunque falta la evidencia neurológica.

Mykleburst (1967) propone calcular un coeficiente de aprendizaje y reducir en esta forma la heterogeneidad que presentan los grupos de niños con problemas de aprendizaje. Este coeficiente considera la potencialidad para aprender (edad cronológica, edad mental, coeficiente intelectual) contra la ejecución verbal y no verbal.

La definición más conocida de este síndrome se encuentra en el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-III) bajo la categoría de trastornos específicos del desarrollo. La misma definición recalca las dudas involucradas diciendo: "La inclusión de esta categoría en la clasificación de los trastornos mentales es motivo de controversia, puesto que algunos niños con estos trastornos no presentan otros signos patológicos que los problemas de aprendizaje y la detección y tratamiento de la categoría más común - el trastorno en el desarrollo de la lectura - tiene lugar principalmente en la escuela, más que dentro del sistema de la salud mental. Estos trastornos aparecen frecuentemente asociados a otros trastornos, por ejemplo a trastornos de la conducta. El síntoma esencial es un déficit significativo en el desarrollo de la habilidad de leer, no relacionado con la edad cronológica, la edad mental, o la escolaridad inadecuada. El rendimiento del niño en tareas que requieren de la habilidad de leer está por debajo de su capacidad intelectual.

Sintomatología asociada: dificultades sutiles en el lenguaje, como déficit en la discriminación de sonidos y dificultades en la secuencia adecuada de palabras, problemas conductuales, como los asociados a trastornos por déficit de atención y trastornos de conducta. Signos neurológicos "menores" pueden observarse sobre todo en los niños más jóvenes,

Complicaciones: fracaso escolar, trastornos de conducta y trastorno antisocial de la personalidad.

Prevalencia: aparentemente el trastorno es frecuente.

Antecedentes: la dificultad en la lectura y los problemas del lenguaje y del habla son más frecuentes entre los familiares de los sujetos afectados que en la población general".

Esta definición fue hecha en 1980, desde entonces es fuente inagotable de discusiones y contradicciones, ya que presenta un marco teórico ambiguo, que resulta en estudios triviales y contradictorios, con una población muy heterogénea. Ni de la literatura ni de la caracterización neuropsicológica de estos niños había emergido una definición coherente y significativa. A falta de un modelo conceptual, se ha realizado un esfuerzo grande para reducir la heterogeneidad y crear grupos de subtipos con facetas más homogéneas. El resultado de este esfuerzo es la separación, por un lado, de los trastornos de aprendizaje conductuales (no verbales) y la dislexia; por otro, el efecto de lesiones o de disfunción como causa de los problemas de aprendizaje y los cambios en el desarrollo como causantes del problema (Rourke, 1990). En 1937 Orton propuso el término de "dislexia específica" pero este término no se puede aplicar a los niños que tienen trastornos de aprendizaje no verbal o

diferente a la dislexia. Recientemente, el Comité Nacional Unido de Trastornos de Aprendizaje (NJCLD) de los Estados Unidos emitió una definición de dislexia: "La dislexia es un desorden manifestado por la dificultad de aprender a leer, a pesar de una inteligencia adecuada, instrucción convencional y oportunidades socioculturales. Es dependiente de las incapacidades cognoscitivas fundamentales que son frecuentemente de origen constitucional." Esta definición ni es más precisa ni es más coherente que la otra, y a pesar de que trata de limitarse a un subgrupo de niños, todavía deja demasiado lugar a las ambigüedades y no da explicaciones sobre la etiología.

2.- Teorías sobre la etiología.

Esta tesis trata de la exploración electrofisiológica de niños que tienen problemas en el aprendizaje: en consecuencia, es necesaria una revisión breve de las teorías existentes sobre la etiología de este síndrome.

a) La teoría genética declara que una predisposición genética es la causa de este mal, ya que existen familias donde el trastorno de aprendizaje de los padres se repite durante varias generaciones. Un estudio de Morrison y Stewart (1971) hecho con gemelos mono y dizigóticos y con niños adoptados determinó que la probabilidad de heredar este problema es 0.82 para los niños y 0.56 para las niñas. Stewart y sus asociados (1980) en un estudio cuidadoso trataron de relacionar los trastornos de aprendizaje y de la conducta con problemas psiquiátricos de los padres, y encontraron alta incidencia de personalidad antisocial y alcoholismo entre los padres y neurosis en las madres de niños

que sufren este problema. Cuando el grupo se dividió en hiperactivos y no hiperactivos, estas diferencias ya no fueron significativas. Los niños más afectados provenían de familias grandes con muchos hijos y de estrato socioeconómico bajo, con múltiples problemas psicológicos, sociales y académicos: por eso se cuestionó si eran los causantes del desarrollo de este problema factores genéticos o más bien educativos.

Un hecho conocido es que el tiempo de aparición del lenguaje durante el desarrollo es casi del doble en niños que en niñas: por esta razón Ratcliffe, (1979) propuso al cromosoma Y como responsable de las diferencias en la maduración. El 50% de su muestra con aberración del cromosoma Y presentó desarrollo lento del lenguaje. Los problemas ligados al cromosoma X, en cambio, causaron un impedimento cognoscitivo más serio (IQ 30 puntos menor que el de los niños control). Smith et al. (1990) presentaron evidencias más directas para apoyar la etiología genética, y encontraron, con marcadores citológicos, una transmisión autosomal dominante en el cromosoma 15. Estos autores dicen que el cromosoma 15 es responsable solamente de una parte de la falla, que podría ser el procesamiento fonémico como un problema primario y que otras interferencias de otros genes o de factores ambientales podrían dar la característica final de la dislexia. Con base en estos y otros estudios podríamos concluir que es necesaria alguna predisposición genética para que los problemas de aprendizaje se establezcan, pero que la interrelación de múltiples factores biológicos, socioeconómicos, culturales, etc. debe ocurrir.

b) Teoría del daño orgánico. Los estudios hechos en animales (Thompson et al 1984) y recientemente con tomografía computarizada en niños, (Hynd y Semrud-Clikeman, 1989; Fernandez Bouzas et al., 1991a) han mostrado que diversas lesiones pequeñas, corticales (del lóbulo temporal izquierdo) o subcorticales del sistema nervioso central se presentan en algunos niños con problemas de aprendizaje. Estas pequeñas lesiones pueden ser causadas por antecedentes pre-, peri-, o postnatales. Tanto los factores de riesgo para daño cerebral, como las lesiones morfológicas son más frecuentes en la población con problemas de aprendizaje.

En este tema se ha hecho una gran cantidad de estudios que no mencionamos aquí; sin embargo, ninguno logró aclarar a qué se debe que algunos niños con factores de riesgo más graves nunca desarrollan el síndrome, mientras que otros con menos factores en contra, sí lo hacen. La razón podría ser la antes mencionada que la lesión no basta para causar todos los problemas inherentes de este síndrome, sino que factores desventajosos biológicos, sociales y culturales deben estar presentes.

c) Teoría de retraso en la maduración. Algunos investigadores (Buchsbaum y Wender, 1973) consideran que los problemas de aprendizaje están causados por un retraso en la maduración, o sea que la ejecución en tareas académicas de estos niños equivale a la ejecución de un niño sano de menor edad. Según algunos, esta brecha se mantiene durante toda la vida, aunque la hiperactividad acompañante desaparece (Haslam et al., 1981; Weiss et al., 1971), otros dicen que el síndrome desaparece en la adolescencia (Wender, 1971).

d) Teoría de trastorno en la lateralización hemisférica. El cuerpo de los diestros es asimétrico y la mayoría de los huesos y los músculos del lado derecho son mayores que del lado izquierdo; incluso existe preferencia para el uso de mano, mirada y oído. Esta asimetría se observa también en el cerebro. Geschwind y Levitsky (1968) reportaron que el planum temporal izquierdo es de mayor volumen que el derecho en la población normal y relacionaron esta asimetría con el lenguaje. El hecho de que el hemisferio izquierdo sea el dominante para el lenguaje dió lugar a especulaciones sobre activación específica de cada hemisferio, relacionada con las tareas. Kelly y Trevathan (1985) examinaron a niños disléxicos, comparándolos con buenos lectores. Observaron que los malos lectores frecuentemente mostraban superioridad en las tareas que estaban a cargo del hemisferio derecho, como imaginación, relaciones espaciales y matices emocionales. Los buenos lectores manifestaban lo contrario, una activación del hemisferio izquierdo que los disléxicos no tenían. Gross-Glenn y Rothenberg (1984) proyectaron letras con un destello rápido a niños disléxicos y normales y encontraron que la mitad de los disléxicos tenía en la transferencia interhemisférica una falla que podía explicar los problemas de lectura. Existe la idea de que hay un mecanismo selector en el nivel del tallo cerebral que activa diferencialmente el hemisferio más adecuado para la tarea (Kinsbourne, 1975) y la deficiencia en este mecanismo explica las dificultades de los niños con problemas de aprender. Kershner y Morton (1990) estudiaron niños con problemas de aprendizaje, tratando de ver si era el hemisferio izquierdo o el

derecho el responsable de sus problemas. Sus resultados favorecieron un modelo de activación hemisférica bidireccional, en el que lo que no ocurre con flexibilidad es cambiar la activación de un hemisferio a otro. En una etapa inicial, el hemisferio derecho está encargado de la lectura y escritura, pero en fases avanzadas, con la automatización, el hemisferio izquierdo asume este papel. Si este cambio en la activación hemisférica no se desarrolla equilibradamente, aparecen los distintos problemas de aprendizaje (Bakker, 1983).

e) Teoría de alteración del lóbulo frontal. Se ha demostrado que el daño focal prefrontal en adultos se asocia con ciertos aspectos del lenguaje como iniciación de habla, uso de reglas sintácticas y de marcadores gramaticales, apreciación de aspectos fonémicos de la palabra (Stuss y Benson 1984), sostenimiento de la atención selectiva e inhibición de la información irrelevante, formación del plan para resolver un problema, flexibilidad para generar hipótesis alternativas (Luria, 1980), etc. Estas habilidades son importantes para aprender nueva información y su disrupción podría resultar en trastornos de aprendizaje. Kelly et al. (1989) mostraron que el 77% de los niños disléxicos de su muestra tenía disfunción en tareas que involucraban el lóbulo prefrontal y propusieron una teoría de disfunción frontal para explicar la dislexia. El hallazgo de Galaburda et al. (1985), quienes encontraron anomalías frontales bilaterales y temporales izquierdas, puede explicar los problemas emocionales involucrados en este síndrome. Price et al. (1990), en base a la experiencia adquirida con dos pacientes con daño frontal temprano

supusieron, que este tipo de lesión proporcionaba una base neurológica para los trastornos de aprendizaje no verbales o conductuales.

La gran variedad de teorías sobre los trastornos de aprendizaje dejan claro, por una parte, que la población afectada es sumamente heterogénea y el déficit puede afectar diferentes procesos que se requieren para el aprendizaje; por otra, que la pobre definición de los síntomas causa ambigüedad en el reconocimiento del síndrome. A falta de una taxonomía exacta, cada médico, psicólogo o maestro usa sus propios criterios, hecho que aumenta aún más la heterogeneidad de la población afectada. Esta falta de precisión en el diagnóstico se manifiesta también en la investigación. Cada laboratorio tiene sus propios criterios para diagnosticar trastorno en el aprendizaje, lo que afecta en forma sustancial los protocolos de investigación causando un cúmulo de resultados contradictorios. Obviamente sería provechoso para la solución de este problema que se tratara de homogenizar la muestra estudiada creando subgrupos de niños con características iguales o parecidas. Para llegar a esta meta es necesario definir en forma objetiva y positiva los parámetros taxonómicos del síndrome de trastorno de aprendizaje, determinando precisamente tanto los antecedentes causales, como las manifestaciones secundarias. Y por último, hace falta crear baterías conductuales internacionales que aseguren la cuantificación de cada síntoma para optimizar la categorización de la muestra en subgrupos con características iguales, porque las pruebas conductuales existentes no han

logrado reducir esta heterogeneidad de la población con problemas de aprendizaje.

Capítulo VI.

TRASTORNOS DE APRENDIZAJE Y EL EEG

Es muy difundida la teoría de que algún tipo de daño cerebral es el determinante de los trastornos de aprendizaje y podemos encontrar muchos trabajos que se ocupan de buscar estas supuestas lesiones. Galaburda y Sherman (1985), al estudiar las asimetrías cerebrales, notaron que el plano temporal izquierdo es de mayor volumen que el derecho, en 65% de los casos normales. Los autores relacionaron este hecho con procesos lingüísticos. Ellos mismos reportaron un plano bilateralmente ancho en los disléxicos y sugirieron que esto es resultado de un proceso de migración neuronal anormal durante la corticogénesis y que sobreviven neuronas que deberían morir. El resultado es una corteza anormal con ectopias y displasias. Observaron que de las anomalías corticales focales, 203 ocurrían en el hemisferio izquierdo de los disléxicos y solamente 62 en el derecho. También determinaron el orden con que las cortezas estaban afectadas, encontrando en primer lugar la corteza frontal izquierda, luego la temporal izquierda y después la frontal derecha. Dicen que este problema se establece por alguna interacción desventajosa entre el programa genético, el medio fetal y el desarrollo citoarquitectónico. El mayor número de hombres afectados lo explican con el efecto negativo de la testosterona sobre el crecimiento celular y la diferenciación. Sin embargo, los estudios postmortem de disléxicos hechos por Hynd y Semrud-Clikeman (1989) no corroboraron la existencia de

anomalías de la corteza temporal y frontal, sino que encontraron agénesis del cuerpo calloso.

Galaburda y Eidelberg (1982) hallaron anomalías talámicas en disléxicos; observaron una distorsión del núcleo geniculado medial y de los núcleos laterales posteriores bilateralmente, hecho que explicaron con el mismo mecanismo, es decir, migración interrumpida que causaba los arreglos neuronales ectópicos. Sus pacientes tenían un IQ verbal más bajo, peor lectura y dificultades inespecíficas en el lenguaje.

Los estudios hechos con tomografía computarizada muestran anomalías en 20-30% de los sujetos. Moeschler et al. (1981) encontraron que 81% de los niños con problemas de aprendizaje tenían TAC normal. Ligan et al. (1982) encontraron que el 72% de los TACs de niños con problemas de aprendizaje fueron normales, el 20% mostró atrofia cerebral (sulci prominente) y el 8% anomalía en el desarrollo neuronal (agenesia del cuerpo calloso y quistes aracnoides). Denckla (1985) halló que de los niños con problemas en el aprendizaje, solamente el 20% tenía anomalías radiológicas (cisterna basilar dilatada, disgenesia hemisférica y ventrículos dilatados). De los 44 niños con daño cerebral mínimo estudiados con TAC por Thompson et al., (1980) solamente uno tenía resultados anormales. En un estudio con TAC, Fernández et al. (1991a) mostraron que 6 de 15 niños con problemas de aprendizaje tenían TAC anormal con áreas hipodensas en el lóbulo temporal izquierdo, hecho que relacionaron con procesos lingüísticos y en un caso dilatación del ventrículo lateral. Sus hallazgos fueron relacionados con

anormalidades en la actividad eléctrica cerebral (EEG cuantitativo y respuesta provocada visual).

Las anomalías encontradas en el EEG en relación con los problemas de aprendizaje son más numerosas, aunque menos específicas o contradictorias. Dufy et al. (1980) observaron mayor amplitud (potencia absoluta) en la banda alfa y teta durante la lectura y memorizando. Esta diferencia no existió en el descanso. Desgraciadamente, su registro no nos sirve como antecedente, ya que registraron apenas 3 derivaciones (O1, O2 y Oz). Galin et al. (1992) hallaron disminución de la actividad teta al leer en voz baja, comparado con lectura en voz alta en disléxicos, pero no en el grupo de niños controles. Esta disminución no dependía de la dificultad de la tarea, y no existía en la banda alfa. Los autores supusieron que esta disminución en la banda teta reflejaba el uso diferencial de las estrategias para leer.

Leisman y Ashkenazy (1980) encontraron durante el descanso menos actividad alfa (potencia relativa) en los niños disléxicos que en los normales, pero no durante la ejecución de tareas de lectura. Sklar et al. (1973) también observaron una potencia relativa alfa disminuida y una teta aumentada en disléxicos. En el caso de niños disléxicos Rebert y asociados (1978) describieron mayor actividad teta en descanso con ojos abiertos. John et al. (1983) hallaron más delta y menos alfa en regiones parietooccipitales en niños con trastornos de aprendizaje específicos. Lo mismo (menos alfa y más teta) fue encontrado por Diaz de León et al. (1985) en áreas suburbanas de México. Los niños con daño cerebral mínimo, déficit atencional e

hiperkinesia estudiados por Fuller (1977) mostraron menor atenuación de la actividad alfa durante la ejecución activa de tareas mentales, que los niños sin problemas.

En cuanto a las coherencias, Leisman y Ashkenazy (1980) encontraron un aumento de las coherencias alfa intrahemisféricas entre regiones parietales y occipitales asociado con dislexia y un aumento en las coherencias interhemisféricas en caso de los controles. Cohen y Breslin (1984) midieron la sincronía interhemisférica con potenciales provocados por estímulos verbales en un grupo de niños disléxicos y la encontraron mayor que en los niños normales. Thatcher y Walker (1985) estudiaron la coherencia en relación a la inteligencia y observaron un aumento de las coherencias con el decremento del IQ. Sus resultados fueron apoyados por Gasser et al., (1987) quienes compararon las coherencias de niños normales y mentalmente retardados observando un incremento de los valores de coherencia para la población de los retardados. Los valores de coherencia (Schmid et al. 1992) en sujetos con síndrome de Down fueron calculados en condiciones de ojos abiertos y cerrados. Con ojos abiertos se observó una disminución intrahemisférica en la banda alfa y un aumento en la banda delta. Con ojos cerrados las coherencias intrahemisféricas aumentaron en todas las bandas. Los autores explicaron estos resultados por el menor número de espinas dendríticas en los niños con síndrome de Down.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene múltiples finalidades:

- 1.- Obtener ecuaciones normativas en derivaciones monopolares, ya que las ecuaciones calculadas por Matousek y Petersen (1973) y John et al. (1980) están hechas en derivaciones bipolares.
- 2.- Ver cómo afecta la edad a los valores de potencia absoluta y relativa, en 15 derivaciones monopolares, ya que el único estudio existente que calcula las ecuaciones normativas en función de la edad (Gasser et al., 1988) abarca solamente 8 regiones.
- 3.- Ver el efecto del sexo sobre los valores de potencia absoluta y relativa, ya que los únicos estudios hechos (Petersen y Eeg-Olofsson, 1971, Eeg-Olofsson 1980; Matousek y Petersen, 1973) usaron derivaciones bipolares.
- 4.- Ver el efecto de la desventaja sociocultural sobre los valores de la potencia y calcular las ecuaciones, trabajo que no se había hecho hasta la fecha.
- 5.- Averiguar si, los antecedentes de riesgo de daño cerebral afectan o no a las medidas de potencia, tomando en cuenta el hecho de que los niños con problemas de aprendizaje tienen más frecuentemente riesgo, que los niños normales.
- 6.- Los trastornos de aprendizaje pueden tener diferentes niveles de gravedad. En esta tesis queremos ver cómo los

diferentes niveles de trastornos de aprendizaje se manifiestan en los valores de potencia, después de eliminar la edad. Este estudio tampoco tiene antecedentes.

7.- Estudiar el comportamiento de los valores de coherencia en los niños normales y en niños con trastornos de aprendizaje.

8.- Ver cómo afecta la edad las medidas de coherencia en niños normales. El estudio de Thatcher et al. (1986) que calcula el efecto de la edad sobre la coherencias usa 19 comparaciones en lugar de las 105 que usamos nosotros.

9.- Observar las posibles diferencias entre la maduración de los valores de coherencia de niños normales y con problemas de aprendizaje.

10.- Averiguar en qué forma afecta el sexo a los valores de coherencia después de eliminar el efecto de la edad, en niños normales. El único estudio existente de Beaumont et al., (1978) está hecho durante tareas y toma en consideración el efecto contaminante de la edad.

11.- Describir las diferencias según los diferentes niveles de ejecución en la prueba de lectoescritura relacionados con las coherencias. Este estudio tampoco tiene antecedentes.

12.- Tratar de encontrar, en la luz de esta exploración electroencefalográfica, razones posibles que puedan descubrir algunos de los mecanismos de los problemas de aprendizaje.

HIPOTESIS

1.- El efecto de la edad sobre el EEG convencional ha sido mostrado en múltiples ocasiones y también sobre los parámetros espectrales calculados en base a registros bipolares. Por esta razón se espera que la edad afecte en forma similar a los parámetros espectrales hechos con registro monopolar.

Las diferencias observadas según el sexo hacen sospechar que la influencia de la edad sea diferente en el caso de los niños que de las niñas.

Los trastornos de aprendizaje posiblemente se originan en lesiones o disfunciones adquiridas en edad temprana que cambian la organización cerebral. Esto debe manifestarse en los parámetros espectrales del EEG. Así se espera un proceso de maduración diferente para los sujetos control y los de trastorno de aprendizaje.

2.- Estudios conductuales y morfológicos mostraron diferente organización cerebral en las mujeres y los hombres. Se espera que estas diferencias anatómicas y/o funcionales determinadas por el sexo se manifieste en las medidas espectrales.

3.- Los factores de riesgo de daño cerebral han sido considerados como razón para tener lesiones corticales de distinta naturaleza y consecuentemente problemas de aprendizaje. Ya que las lesiones cerebrales se manifiestan en un aumento de la actividad delta, se espera que el riesgo tenga una influencia

sobre los valores espectrales en forma tal, que el mayor riesgo se asocie con más actividad delta.

4.- No se conoce el efecto de los factores externos (como por ejemplo la condición sociocultural) sobre las medidas espectrales del EEG. Sin embargo, se ha observado que las ecuaciones de maduración hechas en países desarrollados no se ajustan a la población de países subdesarrollados. Consecuentemente, se espera que los diferentes niveles socioeconómicos afecten en forma distinta las medidas espectrales, esperando que una mayor cantidad de actividad lenta se asocie a las condiciones socioculturales peores.

5.- La literatura sugiere que los niños con problemas de aprendizaje tienen algún tipo de lesión o disfunción o por lo menos anomalías en la organización cerebral. Se espera que, además de obtener registros que reflejan claramente la influencia de los problemas de aprendizaje, los resultados sirvan para crear subgrupos con características electroencefalográficas similares.

SUJETOS

Como primer paso para la selección de los sujetos, se aplicó a los padres de cada sujeto un cuestionario, que tenía preguntas referentes a la historia clínica del niño desde el nacimiento hasta el momento de aplicar el cuestionario, al estado socioeconómico de la familia (condiciones de vivienda, salario, hábitos de alimentación, nivel educativo y ocupación de los padres, etc.), al rendimiento académico del niño, a los datos sobre su desarrollo motor y verbal (edades cuando el niño se sentó, se paró y empezó a caminar) y a las conductas anormales notadas por los familiares.

Para la clasificación de los sujetos en diferentes grupos de nivel socioeconómico, solamente se usaron dos variables: a) nivel educativo de la madre, que podía ser analfabeta, haber terminado 3 años de primaria, terminado la primaria, terminado la secundaria, o tener grado técnico o universitario, y b) participación per cápita de las entradas de salario. La participación del salario se consideraba de tipo C cuando a cada miembro de la familia le tocaba menos del 25% del salario mínimo. Al nivel tipo B pertenecieron aquellas familias cuyos miembros gozaban entre 25 y 50% del salario mínimo y al nivel socioeconómico A, los sujetos con más del 50% del salario mínimo. Los sujetos pertenecían al grupo de nivel socioeconómico C si tenían madre analfabeta, bajo salario per cápita o madre con 3 años de primaria y entrada media del salario. Al nivel socioeconómico tipo B pertenecían los sujetos con salario medio per cápita y madre con primaria o secundaria completa. Se

consideraba que los sujetos con salario per cápita mayor que el 50% del salario mínimo eran del grupo con nivel socioeconómico tipo A. El cuestionario también se usaba para evaluar el riesgo de daño cerebral, pero desgraciadamente se basaba en la memoria de la madre y no tuvimos otra fuente más exacta para evaluar los riesgos. Se consideraron como antecedentes de riesgo la malnutrición de la madre durante el embarazo, el bajo peso al nacer, el nacimiento prematuro, la asfixia perinatal, la deshidratación severa durante el primer año de vida, las fiebres altas y sostenidas en el primer año y los traumas craneales con pérdida de conciencia. Los sujetos se clasificaron en 3 categorías: no antecedentes, antecedentes ligeros y riesgo severo.

Aparte del cuestionario, se les aplicó a todos los sujetos una prueba de inteligencia (WISC) y los niños con coeficiente intelectual menor de 85 se eliminaron del estudio. También se hizo un examen neurológico de rutina y un EEG convencional a fin de no considerar en el estudio a los niños que tenían trastornos neurológicos de cualquier índole. Así, quedaron 152 niños sanos y libres de afecciones neurológicas o de tratamiento medicamentoso durante el tiempo del estudio. Del total de 152 sujetos, 98 eran control y 54 tenían problemas de aprendizaje. Para determinar los problemas de aprendizaje se usaban dos criterios. Uno era con base en el cuestionario arriba mencionado que tenía preguntas sobre las calificaciones del niño. Se consideraban los sujetos con trastornos de aprendizaje si el niño había reprobado más de una vez el año escolar y sus maestros y padres aseguraron que tenía dificultades para

aprender. El otro criterio era la evaluación pedagógica. Solamente a una parte de estos sujetos (118 niños) se le pudo aplicar una evaluación pedagógica de lectoescritura. Esta prueba (Hinojosa et al, 1985) evaluaba las siguientes Areas:

a) Lectura oral. Se pidió al sujeto leer letras separadas, sílabas, palabras y oraciones en voz alta. Se calificó la puntuación, acentuación, omisiones, sustituciones, etc.

b) Comprensión de la lectura. El niño leía un texto y se le hacían preguntas relacionadas con el mismo. Se anotaban los errores y sus frecuencias.

c) Dictado. Se solicitaba al sujeto que escribiera trazos, letras, sílabas, palabras etc. Se anotaba el número y tipo de errores que cometía.

d) Copiado. Se pedía a los sujetos copiar distintas palabras y frases. Se anotaban los errores.

e) Lenguaje escrito. El sujeto tenía que describir eventos observados en una secuencia de láminas.

Los examinadores clasificaron a los niños en 4 grupos en base a los resultados obtenidos en esta prueba y tomando en cuenta la edad y grado escolar. Al grupo 1 (ped1) pertenecieron los niños que tanto en la escritura como en la lectura cumplieron sin problemas con los requerimientos de su grado escolar. Estos niños no tenían problema alguno en la escuela. El grupo 2 (ped2) contenía a los niños con problemas moderados, aunque nunca habían repetido curso y sus desventajas eran fácilmente superables con ayuda de los padres. El grupo 3 (ped3) incluía a los niños que tuvieron problemas serios de lectoescritura, imposibles de superar sin ayuda de expertos; y el grupo 4

(ped4), a los niños que necesitaban educación especial. Los niños de estos dos últimos grupos tenían antecedentes de fracaso escolar, habían repetido año escolar más de una vez. Siendo que el grupo 4 tenía solamente 6 niños, este grupo generalmente se unió con el grupo ped3.

De acuerdo a la pregunta específica de cada estudio, se utilizaban diferentes subconjuntos de sujetos en cada parte:

Para ver el efecto de la edad, el sexo, los factores de riesgo y el nivel socioeconómico sobre los valores de potencia absoluta y relativa, se usaron 118 sujetos de 6.4 a 12.9 años de edad. Las características de esta muestra se ven en la tabla 1.

En el cálculo del efecto de la evaluación pedagógica sobre los valores de potencia absoluta y relativa, se usaron 81 sujetos de 6.4 a 12.9 años de edad. La distribución de los sujetos para este cálculo se ve en la tabla 2.

En el estudio de la maduración de las coherencias, se registró el número total de niños (152), 98 controles y 54 con problemas de aprendizaje de 6 a 16 años de edad, ya que en este estudio se tomó en consideración la clasificación en base al cuestionario y no a la evaluación pedagógica, a fin de tener el mayor número de sujetos participantes.

El efecto del sexo fue calculado para el grupo pedi que constó de 42 sujetos, 24 niñas y 18 niños con edades entre 7.6 y 13.3 años.

TABLA 1 CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

RIESGO	SEXO	SOCIOECONOMICO	N
SIN ANTE- CEDENTES N = 71	MASC. = 33	A	13
	EDAD 6.6-12.5	B	10
	X = 9.3 + 1.6	C	10
	FEM. = 38	A	11
	EDAD 7.4-12.9	B	14
	X = 9.9 + 1.6	C	13
CON ANTE- CEDENTES N = 47	MASC. = 30	A	1
	EDAD 6.4-12.3	B	9
	X = 9.0 + 1.6	C	20
	FEM. = 17	A	0
	EDAD 6.8-11.6	B	8
	X = 8.8 + 1.6	C	9

TABLE 2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

EVAL. PED.	SEXO	NIVEL SOC.EC.	RIESGO	No
BUENO N = 33	NIÑOS N = 17	A	SIN	7
		B	SIN	5
			CON	1
		C	SIN	2
		CON	2	
	NIÑOS N = 16	A	SIN	7
B		SIN	4	
		CON	1	
C		SIN	3	
	CON	1		
REGULAR N = 23	NIÑOS N = 12	A	SIN	4
			CON	2
		B	SIN	1
			CON	1
	NIÑAS N = 11	A	SIN	1
			CON	1
		B	SIN	1
			CON	3
POBRE N = 17	NIÑOS N = 10	B	CON	2
			SIN	2
		C	CON	6
	NIÑAS N = 7	B	SIN	2
			CON	2
		C	CON	3
MUY POBRE N = 8	NIÑOS	C	SIN	2
	NIÑAS N = 6	B	SIN	1
		C	CON	5

El efecto de la evaluación pedagógica sobre las coherencias se hizo con 84 niños de 7 a 11 años de edad. Aquí nos encontramos con un problema técnico. Como de los estudios anteriormente realizados quedó claro que el efecto de la edad sobre las medidas del EEG era muy fuerte, tuvimos la necesidad de eliminar el efecto de la edad. Se presentó el problema de que al eliminar de ambos grupos el efecto de edad observado en el grupo control, el grupo con problemas de aprendizaje quedó falsificado, ya que el proceso de maduración de los dos grupos era diferente (Véase la maduración de las coherencias). Al eliminar la edad propia de cada grupo, tendríamos que comparar dos grupos cualitativamente diferentes. Al no tener un método estadístico para superar este problema, repartimos a los sujetos en dos grupos según la edad, con un intervalo menor, disminuyendo en esta forma la influencia de la edad en cada grupo: el grupo de los niños chicos (de 7 a 9 años) se quedó con 44 sujetos (20 del ped1, 12 del ped2 y 12 del ped3); el grupo de los niños mayores (de 9 a 11 años de edad) tenía 40 sujetos (17 del ped1, 13 del ped2 y 10 del ped3).

METODO

Registro electroencefalográfico: los EEGs se registraron en un cuarto semioscuro y aislado. Todos los sujetos estaban despiertos, relajados, con los ojos cerrados, recostados en una silla reclinable. Todos los registros fueron hechos sin sedación, aun los de los niños más chicos e inquietos. Los EEGs se inspeccionaban visualmente durante todo el registro, y se eliminaron los segmentos con artefactos o con épocas de somnolencia y de sueño. Los registros se hicieron en 15

derivaciones referenciales del Sistema 10-20 Internacional con los electrodos en C3, C4, P3, P4, O1, O2, T5, T6, F3, F4, F7, F8, T3, T4 y Cz y con referencia en los l6bulos auriculares cortocircuitados. La resistencia de los electrodos se mantuvo abajo de 5 kOhmios. El EOG se monitore6 continuamente. Para la adquisici6n y an6lisis de los EEGs se us6 un sistema MEDICID-03. Los amplificadores tenian una ventana de .5 a 30 Hz. Para cada sujeto fueron capturados 24 segmentos de 2,56 segundos o sea, en total, 61,44 segundos de EEG libre de artefactos, con una frecuencia de muestreo de 100 Hz.

An6lisis estadistico: Los datos crudos se sometieron a un an6lisis de frecuencias. Con la Transformada R6pida de Fourier se calcularon las matrices del espectro cruzado para las siguientes bandas anchas: delta (0.5-3.5Hz), theta (3.5-7.5Hz), alfa (7.5-12.5Hz) y beta (12.5-19Hz) seg6n Alvarez et al. (1987). Se calcularon los siguientes par6metros espectrales: potencia absoluta (Area bajo la curva), potencia relativa (porcentaje de actividad en las diferentes bandas de frecuencia) (John et al., 1980) y coherencia. Las coherencias se calcularon seg6n la f6rmula presentada por Basar (1980):

$$COH(f)^2 = \frac{|G_{XY}(f)|^2}{G_{XX}(f) G_{YY}(f)}$$

donde Gxx y Gyy son las funciones de densidad de la potencia espectral para x(t) y y(t) respectivamente, y Gxy la funci6n de densidad del espectro cruzado entre x(t) y y(t). Las coherencias se calcularon para todas las posibles combinaciones de las 15 derivaciones obteniendo en esta forma 105 comparaciones.

Para lograr una distribución gaussiana, los datos se transformaron de la siguiente forma: potencia absoluta con $\ln(x)$, potencia relativa con $\ln(x/1-x)$ y coherencias con la transformación de Fisher $0.5 \ln(1+x)/(1-x)$ (John et al., 1980., Gasser et al., 1982).

Los modelos estadísticos eran diferentes para cada estudio, tratando de optimizar el método y lograr la mayor cantidad de información proveniente de los datos.

Para ver el efecto de la edad, del sexo, factores de riesgo y nivel socioeconómico sobre los parámetros espectrales, se calcularon las ecuaciones normativas de la regresión contra edad y luego se compararon los valores de potencia absoluta y de potencia relativa de cada grupo usando las pruebas t de Student, ANOVA y la Prueba de Rango Studentizado de Tukey.

Para calcular el efecto de la evaluación pedagógica sobre los valores de potencia se ejecutaron varios tipos de análisis estadísticos: la t de Student, ANOVA, MANOVA, correlación canónica y análisis discriminante después de eliminar el efecto de la edad.

Para computar el efecto de la edad sobre las coherencias se calcularon regresiones.

El efecto del sexo sobre las coherencias se calculó después de eliminar el efecto de la edad. Con ecuaciones de regresión lineal se computó la influencia de la edad, que luego fue eliminada. Los valores Z por sexos fueron comparados con la t de Student.

El efecto de la evaluación pedagógica sobre los valores de coherencia se calculó para dos grupos de edad con un rango más estrecho, con objeto de disminuir la influencia que ejerce la edad sobre las medidas del EEG. Se calcularon ANOVAs para cada grupo de edades. Las variables óptimas se seleccionaron con la técnica de R cuadrada máxima (SAS Stat Guide). En base a estas variables óptimas, se calculó el análisis discriminante.

RESULTADOS

I. ANALISIS DE LOS VALORES DE POTENCIA ABSOLUTA Y RELATIVA.

1.- Obtención de ecuaciones normativas en función de la edad, en niños sin antecedentes de riesgo.

El efecto de la edad sobre la potencia absoluta: Se calcularon regresiones lineal y cuadrática para cada derivación del EEG. Se encontraron correlaciones significativas con la edad ($p < 0.05$) para casi todas las derivaciones en las bandas delta, teta y total, mostrando una disminución de la potencia absoluta con la edad. La regresión cuadrática explicó la varianza un poco mejor que el modelo lineal. La tabla 3 muestra los valores significativos de la R cuadrada obtenidos con las dos regresiones. El porcentaje de la varianza explicada en las regiones centrales y frontales de las bandas delta y total fue mayor que en las otras derivaciones. La edad tuvo mayor influencia sobre la potencia absoluta en la banda teta, en las áreas central, parietal y occipitales. La figura 1 muestra las pendientes de la potencia absoluta en 14 registros monopolares como función de la edad. Se ve claramente que la potencia absoluta disminuye con la edad.

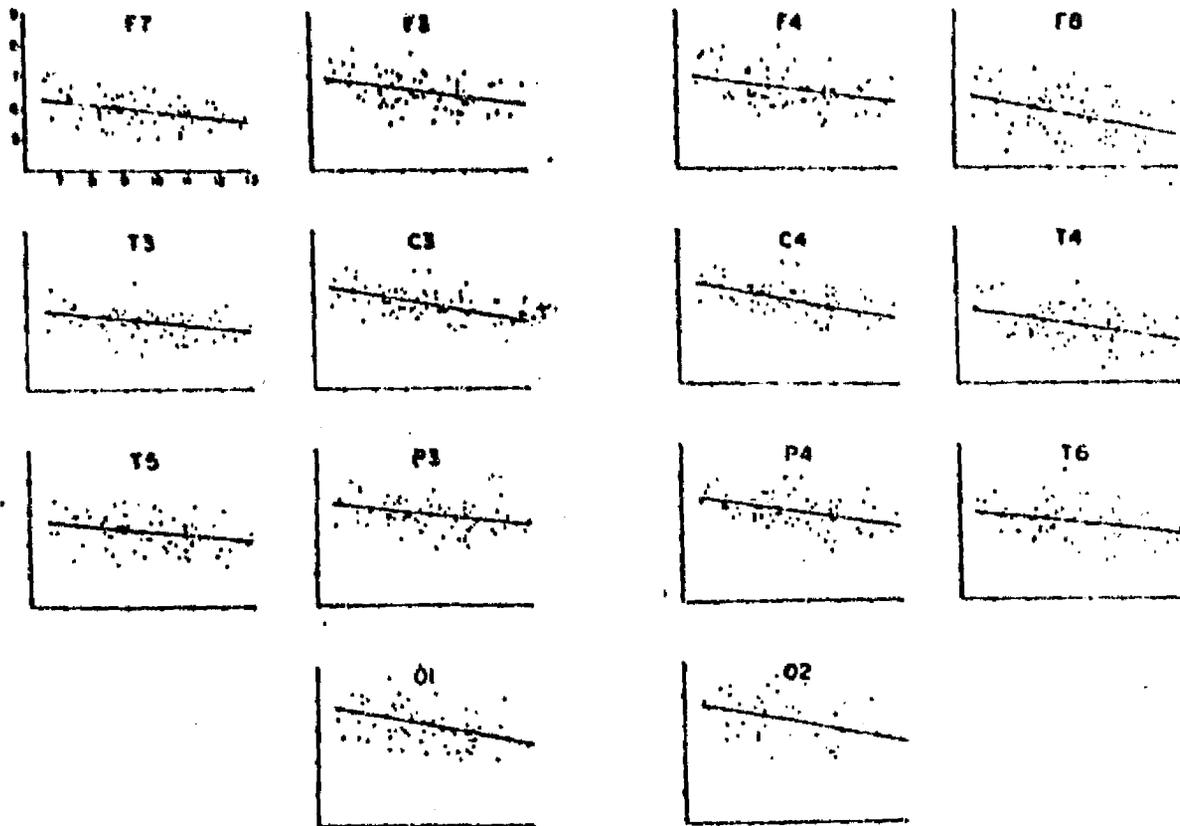
El efecto de la edad sobre la potencia relativa: como lo muestra la tabla 4, los valores de la R cuadrada del modelo lineal eran menores que los de la potencia absoluta. El modelo lineal explicó mayor porcentaje de la varianza en muchas áreas en las bandas delta, teta y alfa; sin embargo, en la banda beta en

TABLA 3. RESULTADOS DE LA REGRESION. VALORES DE R CUADRADO SOBRE
LA POTENCIA ABSOLUTA

MODELOS LINEAL Y CUADRATICO, SUJETOS SIN RIESGO

		F3	F4	C3	C4	P3	P4	O1	O2	F7	F8	T3	T4	T5	T6
<i>Delia</i>															
A	L	0.16	0.21	0.24	0.23	0.15	0.19	0.22	0.18	0.15	0.17	0.17	0.16	0.10	0.08
	Q	0.21	0.25	0.24	0.23	0.15	0.21	0.22	0.18	0.18	0.17	0.17	0.19	0.10	0.09
B	L	0.24	0.42	0.38	0.34	0.21	0.34	0.29	0.31	0.17	0.20	-	0.37	-	0.31
	Q	0.36	0.49	0.40	0.37	0.22	0.37	0.30	0.31	0.29	0.23	-	0.44	-	0.31
G	L	0.12	-	0.18	0.19	0.11	-	0.17	0.10	0.13	0.13	0.13	-	-	-
	Q	-	-	0.19	0.19	-	-	0.17	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thera</i>															
A	L	0.09	0.13	0.21	0.25	0.18	0.22	0.20	0.19	-	-	0.14	0.14	0.08	0.09
	Q	0.14	0.17	0.21	0.26	0.19	0.22	0.20	0.19	-	-	0.14	0.14	-	0.09
B	L	0.25	0.32	0.47	0.49	0.43	0.53	0.32	0.35	-	-	0.20	0.45	0.13	0.35
	Q	0.33	0.37	0.48	0.54	0.43	0.54	0.32	0.37	-	-	0.23	0.48	-	0.35
G	L	-	-	-	0.11	-	-	0.14	-	-	-	-	-	-	-
	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Total</i>															
A	L	0.08	0.11	0.14	0.20	0.08	0.08	0.06	-	-	0.13	-	0.11	-	-
	Q	0.12	0.16	0.14	0.20	0.08	0.09	-	-	-	0.13	-	0.11	-	-
B	L	0.19	0.34	0.32	0.38	0.34	0.40	0.15	0.11	-	0.17	0.19	0.41	-	0.14
	Q	0.27	0.41	0.32	0.40	0.40	0.40	-	-	-	0.21	0.20	0.45	-	-
G	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A = TODOS LOS SUJETOS, B = NIÑOS, G = NIÑAS
SOLAMENTE VALORES SIGNIFICATIVOS



EL EJE X MUESTRA LA EDAD Y EL EJE Y EL LOGARITMO DE POTENCIA ABSOLUTA
 FIGURA 1. PENDIENTES DE LA REGRESION CONTRA LA EDAD DE LA POTENCIA
 ABSOLUTA EN 14 DERIVACIONES EN LA BANDA DELTA

muchas derivaciones la regresión cuadrática resultó más apropiada. Se observó con la edad una disminución de la actividad delta y teta y un aumento de la actividad alfa. La figura 2 muestra las pendientes en la banda alfa para 14 áreas cerebrales.

2.- Efecto del sexo en los niños control, sin antecedentes de riesgo.

El efecto del sexo sobre la potencia absoluta: después de eliminar el efecto de edad, se calculó el ANOVA con los valores Z. El ANOVA no mostró influencia del sexo sobre los valores de la potencia absoluta. Por esta razón, se aplicó también una regresión lineal y cuadrática. La tabla 3 muestra las R cuadradas obtenidas y se ve claramente que para los niños, la edad tenía mayor influencia sobre los valores de la potencia que para las niñas. Nuevamente, el modelo cuadrático explicó mejor la varianza en el caso de los niños; en la banda delta 30-40% de la varianza quedó explicada por la edad y 54% en la banda teta en regiones centrales y parietales derechas. En las niñas la edad solamente mostró influencia significativa en la banda delta; en las bandas alfa y beta se encontró efecto de edad únicamente en algunas derivaciones.

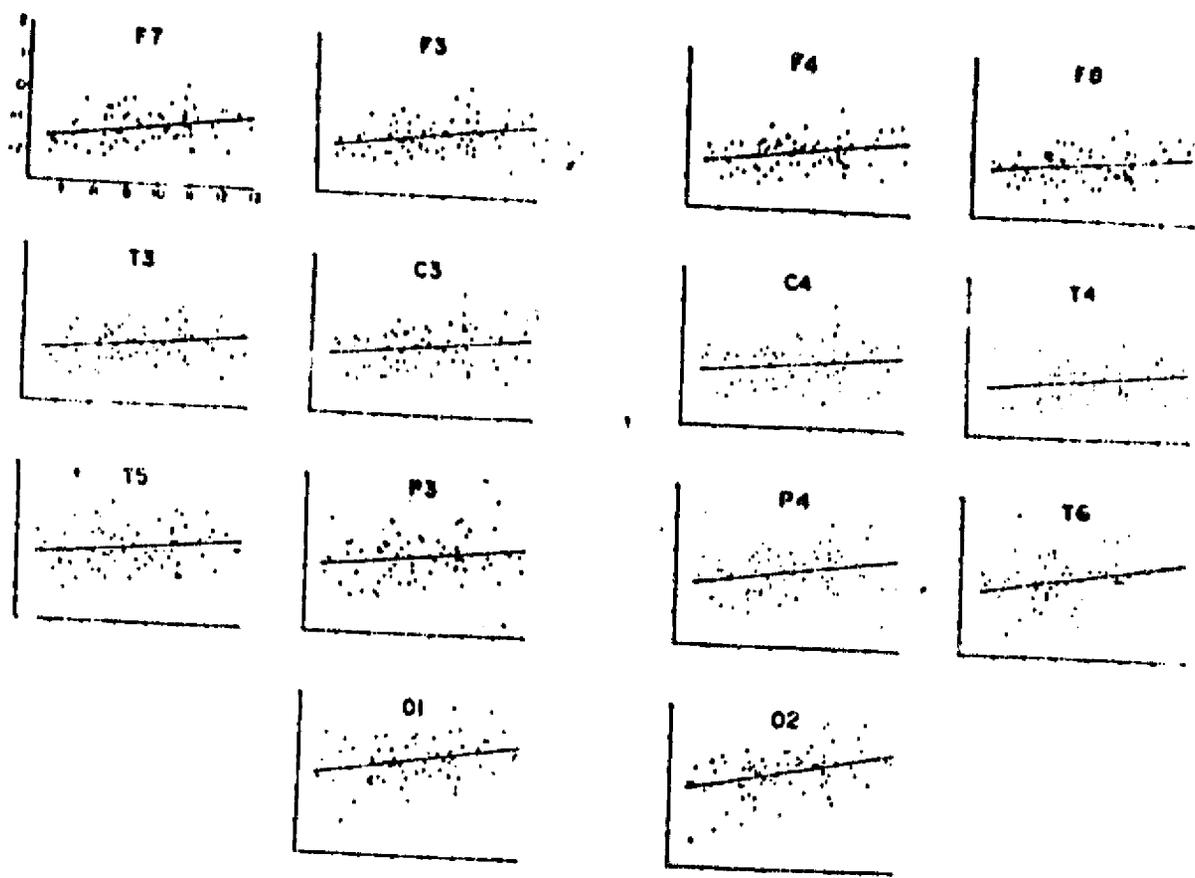
El efecto del sexo sobre la potencia relativa: el ANOVA de los valores de Z mostró que los niños tuvieron más actividad alfa y menos delta, teta y beta que las niñas. Las diferencias más significativas entre niños y niñas se registraron en las bandas teta y alfa en las regiones C3, C4, P3, P4, O1, O2, T3 y T5 ($p < 0.001$) y en F3, F4, F7, F8, T4 y T6 ($p < 0.01$). En la banda

TABLA 4. RESULTADOS DE LA REGRESION. VALORES DE R CUADRADO SOBRE
LA POTENCIA RELATIVA.

MODELOS LINEAL Y CUADRATICO, SUJETOS SIN RIESGO

		F3	F4	C3	C4	P3	P4	O1	O2	F7	F8	T3	T4	T5	T6
<i>Delta</i>															
A	L	0.05	0.07	0.06	-	-	-	0.08	0.12	0.12	-	0.06	-	-	0.07
	Q	-	-	-	-	-	-	0.09	0.12	0.15	-	-	-	-	-
B	L	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	-	-	-	-	-
	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-
G	L	-	0.12	0.18	0.14	0.14	0.17	0.20	0.19	-	-	0.12	0.12	-	0.18
	Q	-	-	0.19	0.15	0.15	0.21	0.23	0.19	-	-	-	0.22	-	0.23
<i>Theta</i>															
A	L	-	-	0.08	0.09	0.09	0.18	0.17	0.28	-	0.08	-	-	0.06	0.16
	Q	-	-	0.10	0.10	0.09	0.18	0.17	0.28	-	-	-	-	-	0.16
B	L	0.18	-	0.17	0.15	-	0.20	0.15	0.39	-	-	-	0.14	-	0.15
	Q	0.20	-	0.20	0.19	-	0.22	0.21	0.38	-	-	0.18	-	-	0.18
G	L	-	-	-	-	0.15	0.25	0.26	0.28	-	-	-	-	-	0.18
	Q	-	-	-	-	0.23	0.25	0.26	0.28	-	-	-	-	-	0.18
<i>Alpha</i>															
A	L	0.10	0.11	0.07	-	0.05	0.11	0.19	0.19	0.12	0.06	0.06	0.07	-	0.11
	Q	0.10	0.11	-	-	-	0.11	0.13	0.19	0.14	-	0.09	-	-	0.11
B	L	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.21	-	-	-	-	-
	Q	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.27	-	0.18	-	-	-
G	L	0.13	0.18	0.18	0.20	0.20	0.30	0.26	0.24	-	-	0.13	0.14	-	0.22
	Q	-	0.18	0.20	0.20	0.23	0.32	0.27	0.25	-	-	0.15	0.17	-	0.22
<i>Beta</i>															
A	L	-	-	-	0.12	0.10	0.11	0.08	0.08	0.09	-	0.10	0.13	0.08	-
	Q	0.10	-	0.10	0.15	0.14	0.16	0.12	0.12	-	-	0.10	0.15	0.12	0.09
B	L	-	-	-	-	0.20	0.21	-	-	-	-	0.15	0.12	-	-
	Q	-	-	-	-	0.23	0.22	-	-	-	-	-	0.19	-	-
G	L	-	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-	0.12	-	-
	Q	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0.15	-	-	-	-

A = TODOS LOS SUJETOS, B = NIÑOS, G = NIÑAS
SOLAMENTE VALORES SIGNIFICATIVOS



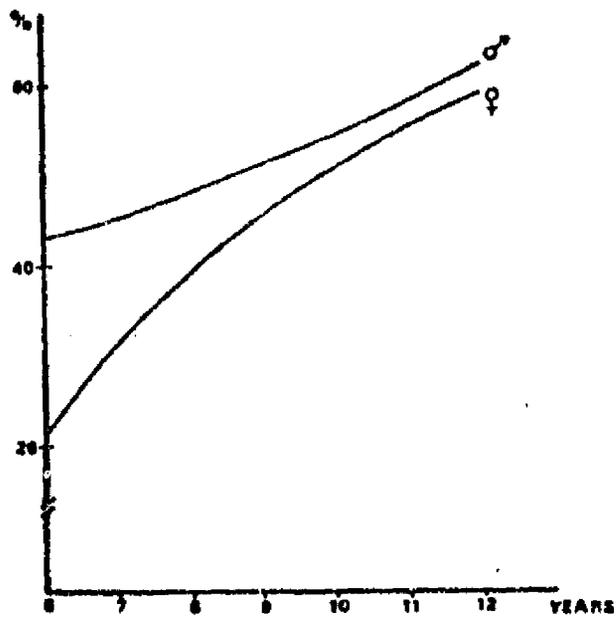
EL EJE X MUESTRA LA EDAD Y EL EJE Y EL LOGARITMO DE POTENCIA RELATIVA
 FIGURA 2. PENDIENTES DE LA REGRESION CONTRA LA EDAD DE LA POTENCIA
 RELATIVA EN 14 DERIVACIONES EN LA BANDA ALFA

delta solamente se observaron diferencias según el sexo en las regiones bioccipitales y en T5 ($p < 0.05$) y en la banda beta en O1 y en T5 ($p < 0.05$).

También se evaluó con regresión lineal y cuadrática el efecto conjunto de edad y sexo para los niños y niñas. La comparación de los resultados de los dos grupos mostró que en las bandas delta y alfa la edad tuvo mayor efecto sobre la potencia relativa en las niñas que en los niños. Las pendientes siempre fueron mayores para las niñas que para los niños, con diferencias mayores a los 6 que a los 12 años. La figura 3 muestra las pendientes de edad para niñas y niños en la región O2 en la banda alfa.

3.- Efecto del nivel socioeconómico en los niños control sin antecedentes de riesgo.

El efecto del nivel socioeconómico sobre la potencia absoluta: para poder ver el efecto del estatus socioeconómico sobre la potencia absoluta, fueron Z transformados en función de la edad los valores del logaritmo de la potencia absoluta eliminándose de esta manera el efecto de la edad (John et al., 1980). Con el análisis de varianza usando la Prueba de Rango Studentizado de Tukey, se observaron los siguientes resultados: los valores de la potencia absoluta fueron más altos para los niños con nivel socioeconómico tipo C en las regiones F4 y F8 ($p < 0.01$) en las bandas delta, teta y beta, en F3 y T4 ($p < 0.02$) en las bandas delta y teta. En la región F4 en la banda delta y en F8 en la banda beta, la potencia absoluta fue mayor en el nivel socioeconómico C que en el tipo B ($p < 0.05$). Cabe mencionar



EL EJE X MUESTRA LA EDAD Y EL EJE Y EL PORCENTAJE DE ALFA

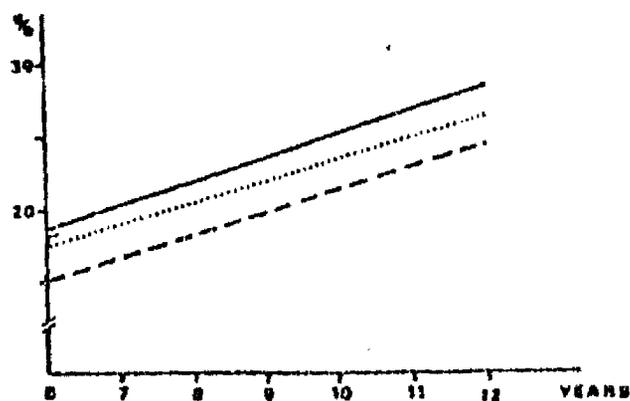
FIGURA 3. EFECTO DE LA EDAD SOBRE EL EEG EN O2 DE 6 A 12 AÑOS SEGUN SEXO EN LA BANDA ALFA PARA LA POTENCIA RELATIVA

también, que las medias del grupo con nivel socioeconómico B estaban entre las del nivel C y las del A.

El efecto del nivel socioeconómico sobre la potencia relativa: se encontró mayor cantidad de actividad delta en O1, O2, T3 y T6 ($p < 0.05$) y menos alfa en F3, P4, O2, F7, T3 y T6 ($p < 0.05$) en el grupo con nivel socioeconómico C, que en el A. Calculando la ecuación de regresión contra la edad para los diferentes niveles socioeconómicos, las pendientes eran muy similares y los niños con nivel socioeconómico mejor tenian más alfa, como lo muestra la figura 4.

4.- Efecto del riesgo en niños control.

Potencia absoluta: los valores Z transformados se usaron para el análisis después de eliminar el efecto de la edad pero no el del sexo. El análisis se hizo para los dos sexos juntos y resultó una potencia absoluta mayor para el grupo con antecedentes de riesgo de daño cerebral en las siguientes regiones: en la banda delta F4, T6 ($p < 0.05$), C4, P4 ($p < 0.005$), P3 ($p < 0.02$), F8, T5 ($p < 0.0006$), T4 ($p < 0.0003$); en la banda teta en F4, F8 ($p < 0.02$) y T4 ($p < 0.003$); en la banda alfa en F4 ($p < 0.04$), C4, T6 ($p < 0.03$), P4 ($p < 0.008$), F8 ($p < 0.02$), T4 ($p < 0.0007$), T5 ($p < 0.01$); en la banda beta F4 ($p < 0.01$), C4, T6 ($p < 0.03$), P4 ($p < 0.02$), F8 ($p < 0.004$), T4 ($p < 0.0001$), T5 ($p < 0.05$); en la banda total en F4, C4, T6 ($p < 0.03$), P4 ($p < 0.008$), F8 ($p < 0.009$), T4 ($p < 0.0002$), T5 ($p < 0.02$). Como casi todos los niños con antecedentes de riesgo pertenecian al grupo con nivel socioeconómico C, se compararon los niños con nivel socioeconómico B y A. En este análisis, los niños con riesgo tuvieron mayor potencia absoluta delta en F8 y



NIVEL SOCIOECONOMICO A = LINEA CONTINUA
 NIVEL SOCIOECONOMICO B = LINEA PUNTEADA
 NIVEL SOCIOECONOMICO C = LINEA DISCONTINUA

EL EJE X MUESTRA LA EDAD Y EL EJE Y EL PORCENTAJE DE ALFA
 FIGURA 4. DESARROLLO DEL EEG EN LOS DIFERENTES GRUPOS SOCIO-
 ECONOMICOS DE 6 A 12 AÑOS DE EDAD EN F7 PARA LA POTENCIA
 RELATIVA ALFA

T4 ($p < 0.01$), teta en F4 ($p < 0.05$), F8 ($p < 0.02$), T4 ($p < 0.004$), alfa en T4 ($p < 0.02$), beta en F4 ($p < 0.03$), C3 ($p < 0.05$), C4 ($p < 0.004$), P4 ($p < 0.002$), F8 ($p < 0.007$), T4 ($p < 0.002$), en la banda total en C4, T4 ($p < 0.003$) y en F8 ($p < 0.02$).

Estos resultados fueron replicados con niños de los Estados Unidos de buen nivel socioeconómico con y sin antecedentes de riesgo. Los niños que tuvieron antecedentes de riesgo para daño cerebral mostraron diferencias significativas en forma de mayor potencia absoluta delta en F3 ($p < 0.008$), T3 ($p < 0.05$), Fp2, Fz ($p < 0.02$), teta en Fp2, F3, T5 ($p < 0.02$), F4, Fz ($p < 0.03$), Cz, O2 ($p < 0.04$), C4 ($p < 0.05$), alfa en T5 ($p < 0.003$), T3 ($p < 0.01$), Fz, Cz, T4 ($p < 0.02$), Fp2, F3 ($p < 0.03$), T6, C3 ($p < 0.04$), Fp1 ($p < 0.05$), beta en T5 ($p < 0.01$), F3 ($p < 0.03$) y Fz ($p < 0.05$).

El efecto de los factores de riesgo sobre la potencia relativa: al hacer el mismo análisis con la potencia relativa, no se observaron diferencias significativas entre los niños con y sin antecedentes de riesgo.

5.- Efecto de los resultados de la evaluación pedagógica de lectoescritura.

Después de la transformación Z y la eliminación del efecto de edad se calculó con el MANOVA la influencia de las características académicas de los sujetos sobre la potencia absoluta, en cada derivación. El lambda de Wilk fue significativo ($p < 0.05$) en F4, C3, O2, F8, T4, T5 y T6. Para quitar el efecto observado del nivel socioeconómico se calculó el ANOVA para los niños con nivel socioeconómico A y B y se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la banda

delta en F4 y T4, en la banda teta en T4 y T6 y en la banda alfa en F7. El grupo de niños con rendimiento pobre en la prueba de lectoescritura (ped3) tuvo más actividad delta y teta y menos alfa que el grupo con buenos resultados en la evaluación pedagógica (ped1). La *t* de Student entre los niños con resultados buenos (ped1) y el resto, mostró menos delta y teta en T6 y más alfa en F4, C3 y F7 ($p < 0.05$). Para eliminar el efecto desventajoso del riesgo y del nivel socioeconómico, se repitió el análisis con un subgrupo de niños que tenían nivel socioeconómico A y B, pero no tenían antecedentes de riesgo. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la banda alfa en F4, C3 y F7 teniendo los niños con buenos resultados en la prueba (ped1) más potencia absoluta alfa que los otros grupos. Los resultados de la correlación canónica entre la potencia absoluta del EEG en cada región cerebral y la evaluación pedagógica con niños y niñas sin factores de riesgo, se pueden ver en la tabla 5. En general, podemos resumir que el buen resultado en la evaluación pedagógica (ped1) se correlacionó con más actividad alfa y menos actividad lenta.

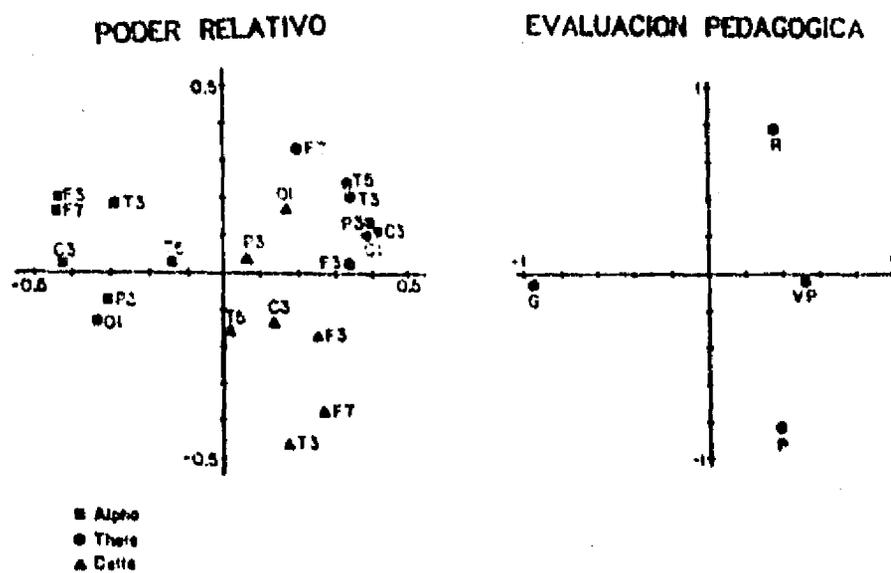
También se calculó una correlación canónica en un subgrupo de sujetos nivel socioeconómico alto y medio, sin riesgo y con resultados malos (ped3) y muy malos (ped4) en la evaluación pedagógica. Como en los grupos con resultados malos (ped3) y muy malos (ped4) en la prueba de lectoescritura habían pocos sujetos, estos grupos se unieron. Se obtuvo una correlación alta en la banda delta y alfa en F3, F4, F7 y F8. Los resultados buenos en la evaluación pedagógica (ped1) se correlacionaron con mayor potencia alfa y los malos (ped3) con mayor potencia delta.

TABLA 5. CORRELACION CANONICA ENTRE VALORES DE Z DEL PODER ABSOLUTO Y EVALUACION PEDAGOGICA SEGUN SEXO Y SIN RIESGO

		HF. DER.	HF. IZQ.	ANTERIOR	POSTERIOR
NO RIESGO	vc1	.85	.74	.80	.76
	vc2	.76	.65	.67	.75
NINOS	vc1	.82	.87	.83	.82
	vc2	.81	.76	.81	.62
NINAS	vc1	.90	.89	.90	.93
	vc2	.76	.78	.86	.68

El análisis discriminante clasificó 87% (22 niños) del grupo ped1 y el 85% (11 niños) del grupo ped3 en su propio grupo. Las variables usadas para el análisis discriminante se escogieron de ambos grupos y fueron aquellas que tenían $p < 0.01$, o sea delta en T6, teta en P4 y T6, alfa en F4, C3, P3, F7, F8 y T4 y beta en T6.

Evaluación pedagógica y potencia relativa: a fin de tener una relación adecuada entre el número de sujetos y el número de variables en la correlación canónica, se calcularon los valores del hemisferio izquierdo y derecho y las regiones anteriores y posteriores separadamente. Para este análisis se usaron solamente las banda delta, teta y alfa, con el número total de niños, 81, que participaron en este estudio. La correlación más alta se observó en el hemisferio izquierdo (.88). La figura 5 muestra la correlación entre la potencia relativa del EEG en el hemisferio izquierdo y sus variables canónicas y entre la evaluación pedagógica y sus variables canónicas. Se analizó el primer par de variables canónicas, o sea los mismos valores de correlación en el eje X. Hubo una correlación negativa entre el grupo ped1 y su primera variable canónica, mientras que los otros grupos pedagógicos tuvieron correlaciones positivas con la primera variable canónica. La figura muestra correlación positiva en la banda teta en C3, P3, O1, T3, T5 y F3 y correlación negativa en la banda alfa en F3, C3, P3, O1, T3, T5 y F7. El mejor resultado en la prueba pedagógica se relacionó con mayor potencia relativa alfa y menor potencia relativa teta. El segundo par de variables canónicas (eje Y) tuvo todavía alta correlación (.75) positiva con la variable ped2 y negativa con



G = EVALUACION PEDAGOGICA BUENA, R = EVALUACION REGULAR,
 P = EVALUACION POBRE, VP = EVALUACION MUY POBRE

EN EL LADO IZQUIERDO SE VEN LAS DERIVACIONES EN LAS DIFERENTES BANDAS QUE TUVIERON CORRELACION SIGNIFICATIVA Y EN EL LADO DERECHO LOS DIFERENTES TIPOS PEDAGOGICOS

FIGURA 5. CORRELACION ENTRE LA POTENCIA RELATIVA DEL HEMISFERIO IZQUIERDO Y LAS DOS PRIMERAS VARIABLES CANONICAS.

ped3. También se observó una correlación positiva entre F7 en teta y una correlación negativa entre T3 y F7 delta y sus segundos pares de variables canónicas.

De la figura 5 podríamos resumir que en la prueba de lectoescritura los buenos resultados se asociaban con mayor potencia relativa alfa y menor potencia relativa teta. El resultado regular se correlacionó con mayor teta en F7 y menor delta en T3 y F7 que los resultados malos.

Al quitar el efecto de los factores de riesgo y repetir el mismo análisis con niños sin antecedentes, se obtuvieron resultados semejantes, teniendo la región anterior una correlación canónica más alta.

Con la prueba de t se compararon los niños con resultados buenos (ped1) y regulares (ped2) en la evaluación pedagógica, obteniéndose mayor cantidad de teta y menor de alfa para el grupo ped2. Las diferencias fueron más significativas en la banda teta en C3, P3, P4, O1, T5 ($p < 0.005$) y en F4, C4, O2, F8 y T3 ($p < 0.05$), en la banda alfa en F4 ($p < 0.001$) y en F3, C3, P3, P4, O1, F7 y F8 ($p < 0.05$).

También se compararon los niños sin antecedentes de riesgo y con nivel socioeconómico A con ped1 y ped2. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la banda teta en F4, P3, P4, O1 y F8 y en la banda alfa en F4, C3, P3, P4 y O1. Estos resultados muestran que, independientemente de los antecedentes de riesgo y del nivel socioeconómico de la familia, los niños con rendimiento regular en la prueba (ped2) tienen menor cantidad de actividad alfa y mayor teta que los niños con buenos resultados (ped1).

Como los niños con buen nivel socioeconómico eran muy pocos en esta muestra, decidimos combinar los grupos con nivel socioeconómico A y B y compararlos con las tres categorías de la evaluación pedagógica (combinando los niños de ped3 y ped4, por la misma razón). El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) en la banda delta en F3, F7 y T3, en la banda teta en F8 y en la banda alfa en F3, F4, F7, F8 y T3. Cuando se compararon los niños sin antecedentes, con nivel socioeconómico A y B, se observó menor potencia relativa teta ($p < 0.05$) en C3, P3, P4, O1, O2, F8, T3 y T5 y mayor potencia relativa alfa en F3, F4, C3, P3 y F7 para los niños con buenos resultados en la prueba (ped1). Esta comparación prácticamente se realizó entre los grupos ped1 y ped2, ya que la mayoría de los sujetos del ped3 y ped4 tuvieron antecedentes de riesgo y quedaron eliminados.

El análisis discriminante en base a los valores teta anteriormente mencionados, categorizó correctamente al 85% de los niños con problemas y al 78% de los niños con buenos resultados en la prueba de lectoescritura.

En resumen, los niños con resultados buenos en la prueba de lectoescritura tuvieron más actividad alfa que el resto de sujetos. El grupo ped2 se caracterizó por tener mayor cantidad de actividad teta generalizada, independientemente de los factores de riesgo y del nivel socioeconómico. Los niños con malos y muy malos resultados en la prueba pedagógica (ped3 y ped4) presentaron mayor cantidad de actividad delta en T3 y F7.

II. ANALISIS DE LAS COHERENCIAS ELECTROENCEFALOGRAFICAS.

1.- Diferencias en la maduración de los valores de coherencias en niños con y sin problemas de aprendizaje.

En base a las coherencias Z transformadas se calcularon las regresiones lineal y cuadrática. La regresión lineal explicó mayor porcentaje de varianza en la mayoría de las áreas comparadas. En algunos casos, donde la regresión cuadrática era más significativa que la lineal, la gráfica de los valores Z de Fisher en función de la edad mostró la presencia de datos dispersos. Al eliminar estos sujetos la regresión cuadrática era más significativa que la lineal solamente en las siguientes comparaciones: O2-Cz en la banda delta; P4-Cz y O2-Cz en la banda teta; O2-T6 en la banda alfa y P3-P4 en la total, para el grupo control y T5-F3 en la banda beta para el grupo TA.

La figura 6 muestra la distribución de los valores Z transformados de la coherencia para la comparación C4-O2 en la banda delta en el grupo control, donde la regresión lineal mostró efecto de edad muy significativo, pero la regresión cuadrática no. Se observó un aumento marcado en los valores de coherencia con el aumento de edad.

En la figura 7 se muestra la distribución de los valores Z de Fisher de las coherencias en función de la edad para P3-P4 en la banda alfa, en el grupo con problemas de aprendizaje, donde no había efecto significativo de edad con ninguna de las regresiones. Como la regresión cuadrática explicó mejor la varianza solamente en pocos casos, hemos considerado el modelo

FIGURA 6. VALORES Z DE LAS COHERENCIAS CONTRA LA EDAD
GRUPO CONTROL BANDA DELTA C4-O2 (P=0.001)

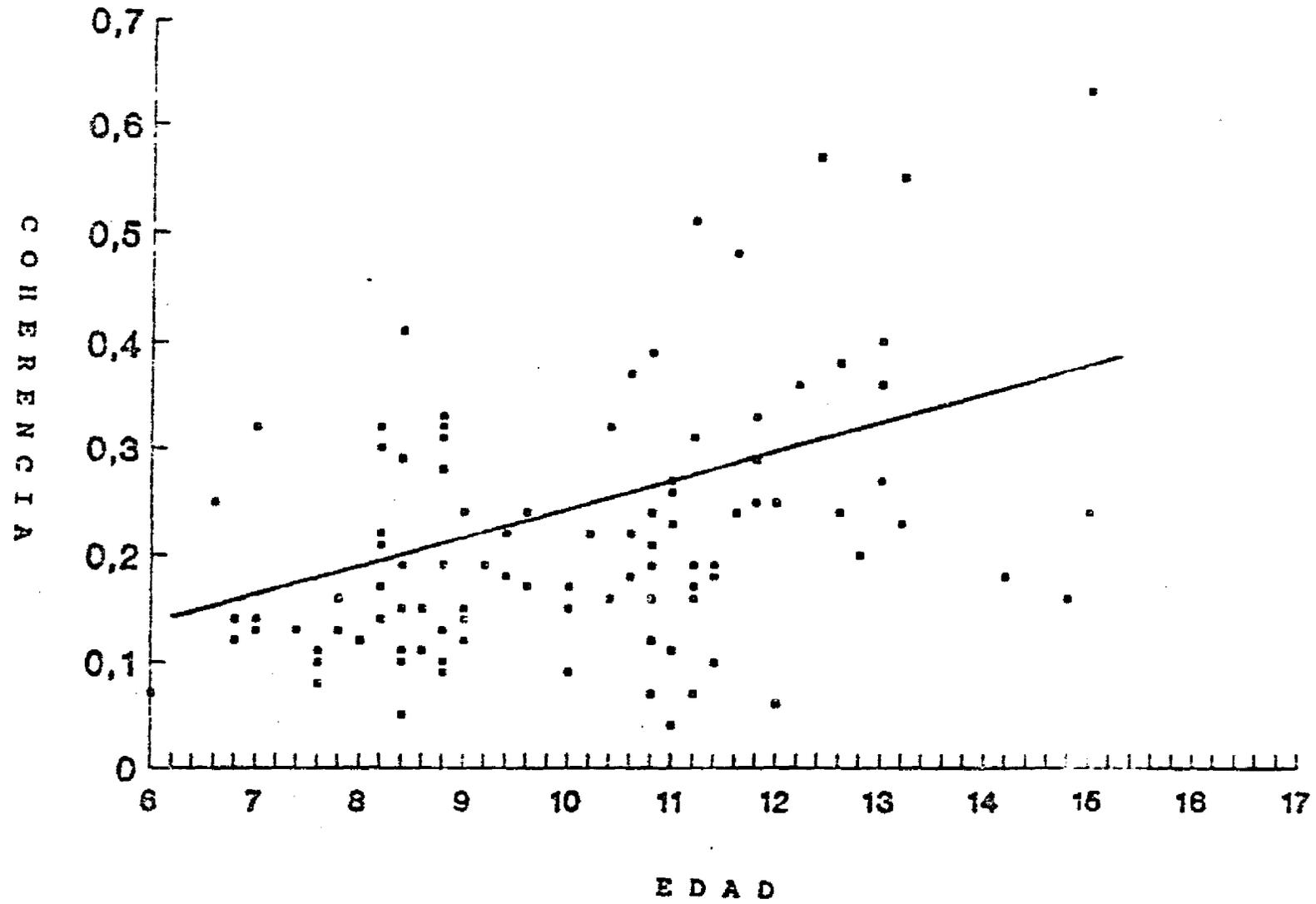
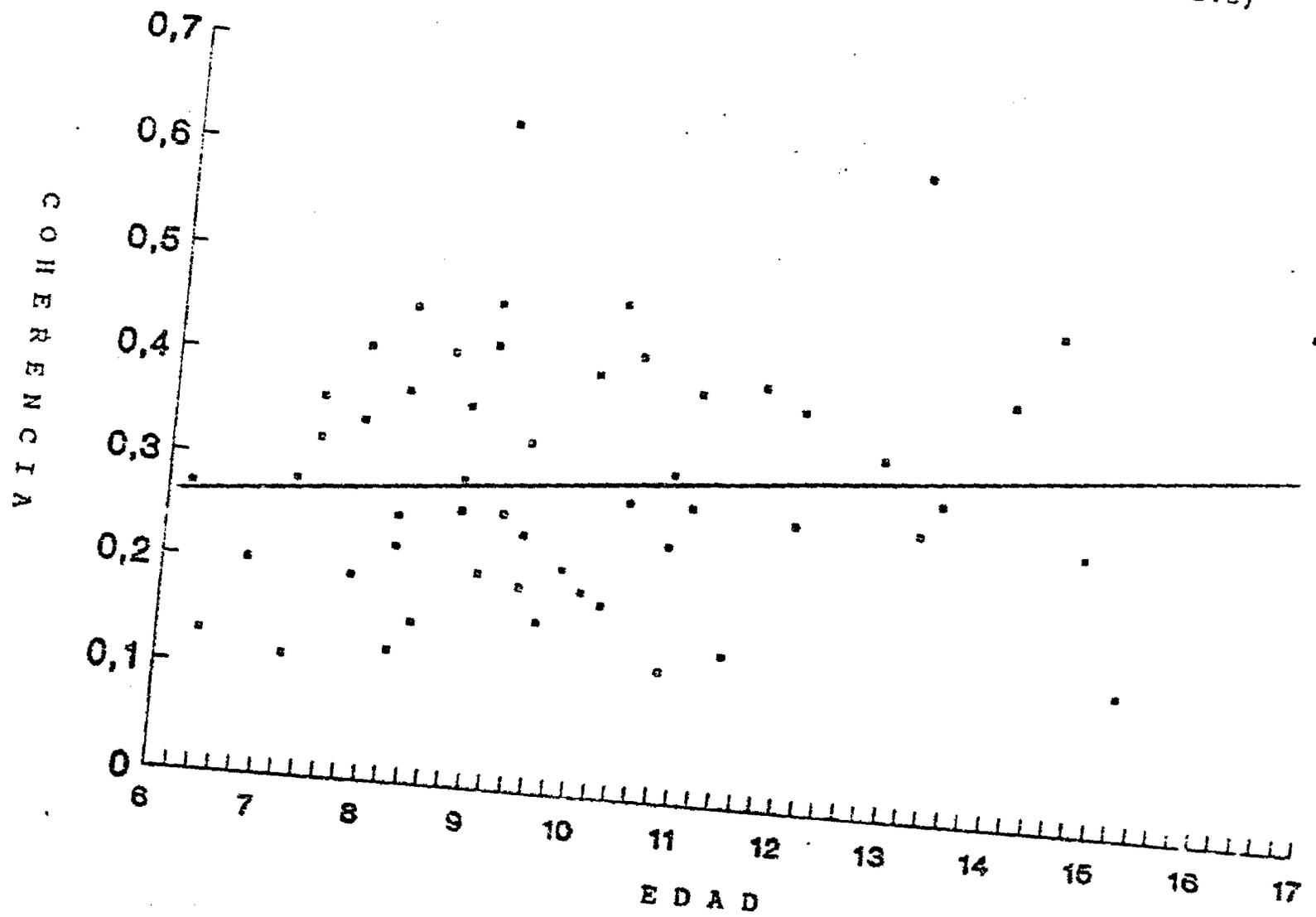


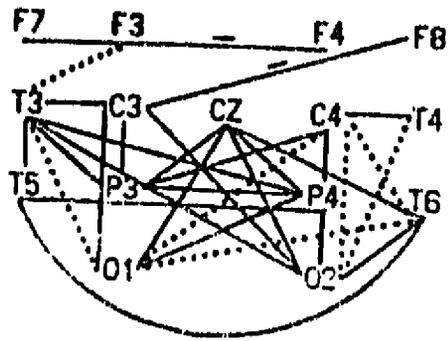
FIGURA 7. VALORES Z DE LAS COHERENCIAS CONTRA LA EDAD
GRUPO TA BANDA ALFA P3-P4 (NO SIGNIFICATIVO)



lineal más adecuado que el cuadrático y en continuación describiremos los resultados obtenidos con la regresión lineal. La figura 8 muestra el efecto de edad calculado por la regresión lineal en la banda delta para los grupos control y TA en todas las combinaciones que resultaron significativas. La figura superior muestra las áreas comparadas donde existió un efecto significativo de edad existió para el grupo control, y la figura inferior para el grupo con trastornos de aprendizaje. Se observó un aumento en los valores de coherencia con la edad en ambos grupos, con la excepción de F7-F4 y F8-C3 en el grupo control. La línea punteada muestra el efecto de edad, igual en ambos grupos y la línea continua muestra el efecto específico del grupo, que no se observó en el otro grupo. Existían más efectos específicos por grupo que semejanzas en todas las bandas. La figura revela que en el grupo control la edad tuvo mucha influencia en las comparaciones parietales y occipitales relacionadas con el vértex (Cz) en una forma simétrica. En el grupo con trastornos de aprendizaje las comparaciones que incluyeron al vértex no tenían influencia significativa de la edad; las regiones temporales y occipitales izquierdas compartieron el mayor efecto de la edad, especialmente en comparaciones interhemisféricas. En el grupo control, se observaron pendientes negativas en comparaciones frontales, lo que no se observó en el grupo con problemas de aprendizaje. La influencia de la edad sobre los valores de coherencia en la banda teta se muestra en la figura 9. Se observaron menos comparaciones con influencia de la edad en esta banda que en la banda delta. Aquí, también las coherencias aumentaron con el

FIGURA 8. EFECTO SIGNIFICATIVO DE LA EDAD SOBRE LAS COHERENCIAS. REGRESIONES EN LA BANDA DELTA

CONTROL



TA

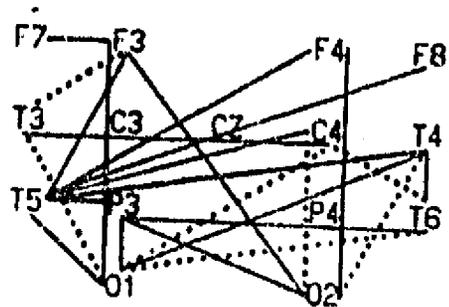
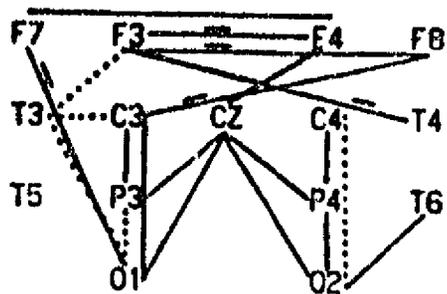
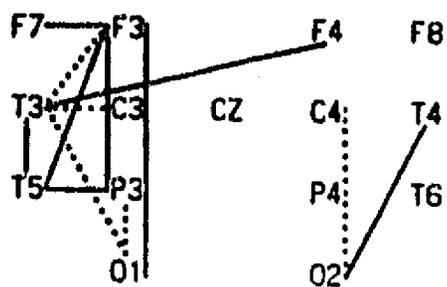


FIGURA 9. EFECTO SIGNIFICATIVO DE LA EDAD SOBRE LAS COHERENCIAS. REGRESIONES EN LA BANDA TETA

CONTROL



TA



incremento de la edad, con la excepción de algunas comparaciones frontales (F7-O1, F3-F4, F3-T4, F8-C3) donde las coherencias disminuyeron al aumentar la edad, en el grupo control. En esta banda también se observaron más similitudes que peculiaridades grupales. Igualmente se ve una distribución del efecto de la edad relacionado con el vértex para el grupo control y efecto de la edad en la región temporal izquierda para el grupo TA.

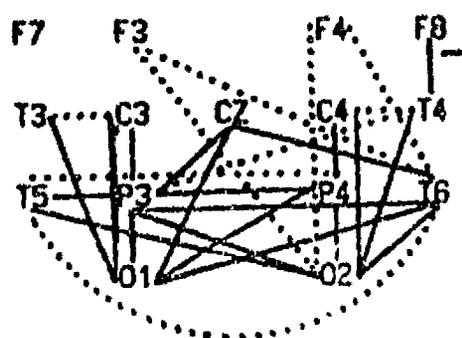
La figura 10 muestra como influyó la edad sobre los valores de coherencia en la banda alfa. Se observó una influencia simétrica y con gran participación de la región parietal derecha y de las comparaciones interhemisféricas en el grupo control. También se encontró pendiente negativa entre F8 y T4. La edad afectaba más la actividad delta y alfa que las otras bandas. En el grupo TA se observó la misma orientación temporal, occipital izquierda, visto en las bandas antes mencionadas. En este grupo existieron más comparaciones frontales afectadas por la edad que en el grupo control.

La figura 11 muestra la influencia de la edad sobre la actividad beta. Aunque en un rango menor, se observó el mismo efecto diferencial que en las otras bandas: influencia simétrica y relacionada con vértex, pendiente negativa en comparación frontal (F8-T4) en el grupo control y orientación temporal, occipital izquierda, y pendientes positivas en las comparaciones frontales en el grupo TA. La única comparación donde la edad ejerció la misma influencia en ambos grupos fue entre T3 y O1.

La figura 12 muestra la influencia de la edad sobre la coherencia total. Podemos observar que existieron pocas semejanzas en la influencia de la edad en los dos grupos, y gran

FIGURA 10. EFECTO SIGNIFICATIVO DE LA EDAD SOBRE LAS COHERENCIAS. REGRESIONES EN LA BANDA ALFA

CONTROL



TA

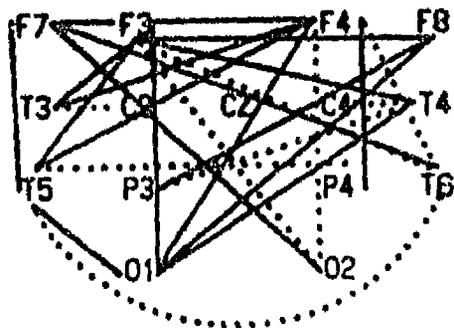
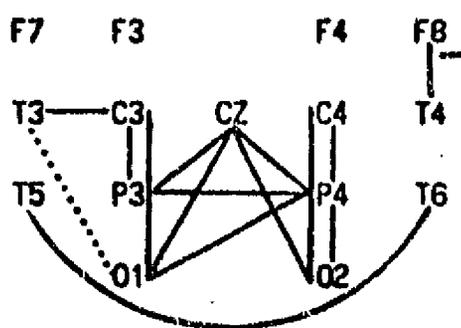


FIGURA 11. EFECTO SIGNIFICATIVO DE LA EDAD SOBRE LAS COHERENCIAS. REGRESIONES EN LA BANDA BETA

CONTROL



TA

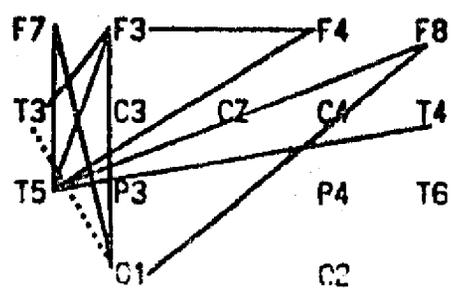
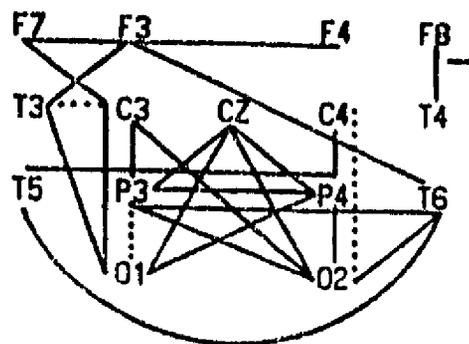
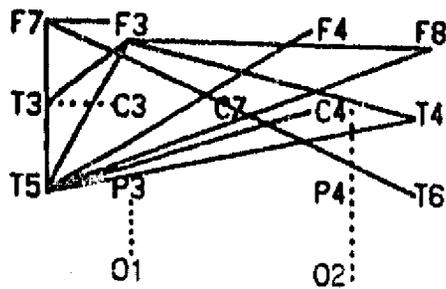


FIGURA 12. EFECTO SIGNIFICATIVO DE LA EDAD SOBRE LAS COHERENCIAS. REGRESIONES EN LA BANDA TOTAL

CONTROL.



TA



cantidad de influencia específica grupal, igual que en las otras bandas. El grupo control mostró una orientación simétrica, relacionada con el vértex, mientras que el grupo con problemas de aprendizaje mostró una orientación temporal izquierda y mucha influencia sobre comparaciones interhemiféricas.

Resumiendo, podríamos decir que es obvio un patrón de maduración diferente para los dos grupos de niños. El patrón de maduración supuestamente normal, o sea lo que hemos visto en el grupo control, consiste en: un aumento de las coherencias con el aumento de la edad, con un patrón orientado simétricamente, involucrando las comparaciones que incluyen vértex; una fuerte influencia sobre comparaciones interhemisféricas y en las que incluyen P4; y pendientes negativas en interrelaciones frontales, especialmente en la banda teta.

Por otra parte, en el grupo TA no se observó influencia significativa de la edad sobre las comparaciones que incluyeron vértex. Los niños con problemas de aprendizaje se caracterizaron por una maduración lateralizada en las áreas temporal y occipital izquierdas, resultando una asimetría marcada en la maduración. Otra diferencia entre los dos grupos fue que la relación inversa (disminución de las coherencias con el aumento de edad) observada en las comparaciones frontales del grupo control, no se observó en los niños TA.

2.- Efecto del sexo sobre las coherencias en niños control.

Las diferencias observadas en las coherencias para cada sexo se calcularon solamente en el grupo de niños que tenía buenos resultados en la evaluación pedagógica (grupo ped1). Después de

eliminar el efecto de la edad se computó la t de Student para comparar las medias de los niños y de las niñas. Las cuatro figuras siguientes muestran las diferencias entre los dos grupos para cada banda.

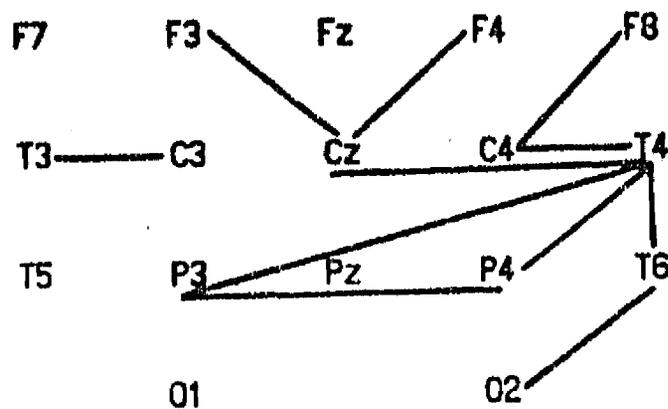
La figura 13 muestra las diferencias determinadas por el sexo en la banda delta. Las líneas indican mayor coherencia para las niñas que para los niños. Podemos observar que existían pocas diferencias entre los sexos en esta banda, y la mayoría de las diferencias observadas son del hemisferio derecho, en comparaciones temporales. Se observaron diferencias interhemisféricas entre P3-T4, P3-P4.

La figura 14 muestra las diferencias significativas por sexo en la banda teta. La banda teta es la que reflejó mejor las diferencias por sexo. La mayoría de las diferencias se observaron en el hemisferio derecho involucrando con mayor peso las comparaciones con T4 y con C4. Las diferencias interhemisféricas existían entre C3-T4, P3-P4 y P3-C4. Las niñas tenían valores de coherencia más altos que los niños.

La figura 15 revela que había solamente unas pocas diferencias determinadas por el sexo en la banda alfa, en su mayoría en el hemisferio derecho, donde las niñas tenían coherencias más altas que los niños. Sin embargo, las coherencias interhemisféricas significativas entre T5-P4, T5-O2 y P3-O2 mostraron una relación inversa, teniendo valores de coherencia más altos para los niños que para las niñas.

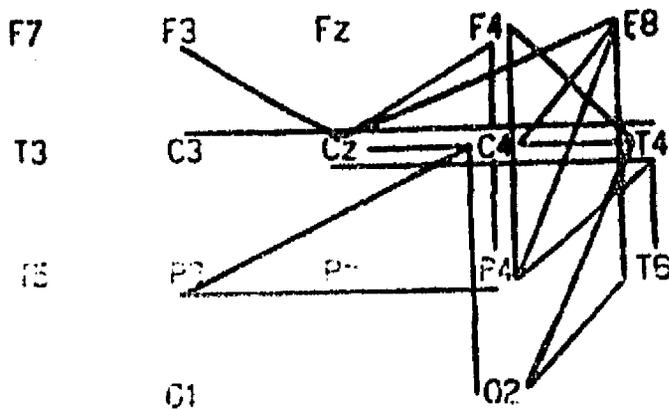
La figura 16 muestra las diferencias entre los sexos en la banda beta, donde observamos mayores valores de coherencia para las niñas que para los niños. La mayoría de estas diferencias se vio

FIGURA 13. DIFERENCIAS EN LAS COHERENCIAS SEGUN SEXO.
BANDA DELTA



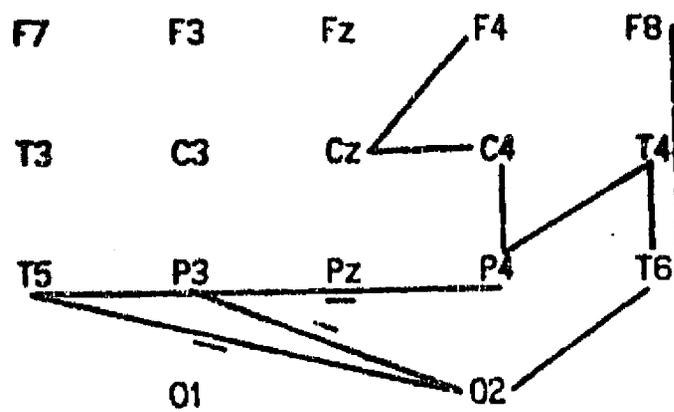
LAS LINEAS MUESTRAN MAYOR COHERENCIA PARA LAS NIÑAS

FIGURA 14. DIFERENCIAS EN LAS COHERENCIAS SEGUN SEXO
BANDA TETA



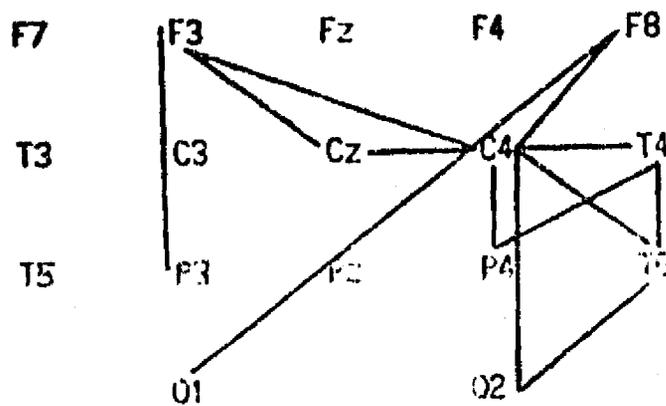
LAS LINEAS MUESTRAN MAYOR COHERENCIA PARA LAS NIÑAS

FIGURA 15. DIFERENCIAS EN LAS COHERENCIAS SEGUN SEXO
BANDA ALFA



LAS LINEAS NEGATIVAS MUESTRAN MAYOR COHERENCIA PARA LOS NIÑOS

FIGURA 16. DIFERENCIAS EN LAS COHERENCIAS SEGUN SEXO
BANDA BETA



LAS LINEAS MUESTRAN MAYOR COHERENCIA PARA LAS NIÑAS

en el hemisferio derecho en las comparaciones que involucraban áreas centrales y temporales. Las diferencias interhemisféricas eran escasas entre F3-C4 y O1-F8.

Resumiendo los resultados de las últimas cuatro figuras, se ve claramente que la mayoría de las diferencias entre niños y niñas se observó en el hemisferio derecho, en comparaciones temporal, frontal y parietal, donde las niñas tenían valores de coherencia más altos que los niños. Estas diferencias eran escasas, pero consistentes y resultaron ser más numerosas solamente en la banda teta. Se observaron coherencias más altas para los niños que para las niñas únicamente en la banda alfa en tres comparaciones interhemisféricas.

3.- Comportamiento de los valores de coherencia en niños con diferentes resultados en la evaluación pedagógica.

Ya que la edad ejerce un poderoso efecto sobre las medidas electroencefalográficas, nos topamos con un problema estadístico grave. Al trabajar con un solo grupo, uno puede eliminar el efecto de la edad, y ver cómo se modifica la coherencia. Esto se ha hecho en el estudio anterior para ver el efecto del sexo. Sin embargo, trabajando con diferentes grupos que tienen procesos de maduración diferentes, la situación se complica. Como el grupo que tenía problemas de aprendizaje no mostró el mismo patrón de maduración que el grupo control, no podemos eliminar el efecto de edad observado en el grupo control de ambos. Y si eliminamos de cada grupo el efecto de edad que le corresponde, trabajamos con diferentes muestras como si fueran iguales.

Ya que en el momento no tenemos solución para este problema técnico, en este estudio hemos repartido los sujetos en dos grupos de edades, uno de 7 a 9 y otro de 9 a 11 años, esperando reducir en esta forma el rango de edad y consecuentemente el efecto que la edad ejerce.

Evaluación pedagógica y los valores de coherencia en el grupo de niños de 7 a 9 años: las diferencias significativas en las coherencias según la evaluación pedagógica en la banda delta se observan en la Tabla 6. Se han usado dos criterios para determinar la significancia calculada con ANOVA: la t de Student y el valor de Bonferroni que es más estricto que la t. Se ve claramente que en la banda delta el grupo con malos resultados en la prueba de lectoescritura (ped3) tuvo coherencias más altas que los grupos menos afectados. Ya que el efecto de la edad no se eliminó de este estudio, solamente se redujo su influencia, en la Tabla 6 y en las siguientes están marcadas con un asterisco aquellas comparaciones, donde se observó un efecto significativo de la edad en el estudio de maduración. Estos valores marcados podrían tener también influencia de edad. En esta tabla vemos, que las comparaciones que no reflejan la edad solamente las diferencias en la evaluación pedagógica son aquellas que están relacionadas con las regiones frontales.

En la tabla 7 podemos observar las diferencias grupales de las coherencias en la banda teta. Una mayor coherencia se relacionó con peor rendimiento en la prueba pedagógica (ped3), o sea el grupo más afectado tuvo mayor coherencia teta, excepto en la derivación C4-F4 donde el grupo pedi tuvo mayor coherencia.

TABLA 6. DIFERENCIAS EN LAS MEDIAS SEGUN EVALUACION PEDAGOGICA
BANDA DELTA DE 7 A 9 AÑOS

Deriv.	ANOVA	t de Student	Bonferroni	Medias(SD)
C3-O2*	p<.04	3>1	3>1	.24(.14) >.15(.06)
C4-O1*	p<.01	3>2	-	.25(.14) >.18(.08)
		3>1	3>1	.25(.14) >.17(.07)
P3-T5*	p<.00	2>3	2>3	.67(.20) >.49(.18)
		2>1	2>1	.67(.20) >.47(.12)
P3-F4	p<.05	3>2	-	.21(.09) >.14(.07)
P3-T4	p<.01	3>1	-	.24(.08) >.18(.07)
		3>2	3>2	.24(.08) >.14(.07)
P4-O1	p<.05	3>1	-	.48(.16) >.38(.11)
		3>2	-	.48(.16) >.36(.13)
O1-T5*	p<.03	2>3	-	.70(.19) >.53(.14)
		2>1	2>1	.70(.19) >.52(.22)
O1-F7	p<.01	3>1	3>1	.13(.05) >.09(.03)
		3>2	3>2	.13(.05) >.09(.04)
T5-T4*	p<.01	3>1	3>1	.19(.09) >.12(.05)
T6-T4*	p<.02	3>1	-	.43(.19) >.29(.16)
T6-F8	p<.03	3>1	-	.18(.08) >.11(.05)
T6-F4	p<.01	3>1	-	.15(.07) >.11(.04)
		2>1	-	.15(.05) >.11(.04)
F3-Cz	p<.03	1>3	-	.41(.14) >.30(.14)

* COMPARACIONES CON EFECTO DE EDAD

TABLA 7. DIFERENCIAS EN LAS MEDIAS SEGUN EVALUACION PEDAGOGICA
BANDA TETA DE 7 A 9 AÑOS

Deriv	ANOVA	t de Student	Bonferroni	Medias(SD)
C3-P4	P<.02	3>2	-	.51(.21) >.39(.09)
		3>	3>1	.51(.21) >.37(.10)
C3-O1*	p<.03	3>1	-	.37(.26) >.24(.09)
		3>2	-	.37(.26) >.22(.07)
C3-O2	p<.02	3>2	-	.26(.13) >.18(.08)
		3>1	3>1	.26(.13) >.17(.05)
C4-O1	p<.006	3>1	3>1	.28(.12) >.16(.07)
C4-O2*	p<.05	3>1	-	.30(.14) >.20(.09)
C4-F4	p<.05	1>2	-	.67(.15) >.53(.21)
P3-T5*	p<.006	2>3	2>3	.68(.16) >.51(.15)
		2>1	2>1	.68(.16) >.50(.15)
P4-O1	p<.008	3>2	3>2	.50(.16) >.35(.15)
		3>1	3>1	.50(.16) >.34(.12)
P4-T5	p<.05	2>1	-	.24(.06) >.18(.06)
O1-T5	p<.01	2>1	2>1	.69(.21) >.51(.20)
		2>3	2>3	.69(.21) >.50(.10)
O1-Cz*	p<.001	3>2	3>2	.29(.10) >.21(.08)
		3>1	3>1	.29(.10) >.18(.06)
O2-Cz*	p<.009	3>1	3>1	.25(.11) >.16(.06)
T6-T4	p<.05	3>1	-	.50(.19) >.35(.18)
T6-Cz	p<.03	2>1	-	.19(.07) >.13(.06)

* COMPARACIONES CON EFECTO DE EDAD

Probablemente aquellas comparaciones que están relacionadas con la región occipital tengan efecto de la edad.

En la tabla 8 vemos las coherencias en la banda alfa en relación con los resultados de la prueba pedagógica. Podemos observar que las coherencias más altas eran del grupo (ped1) y del grupo (ped2). El grupo ped3 tenía coherencias alfa menores. En esta banda, la posibilidad de que la edad también ejerza influencia es mayor, ya que casi todas las comparaciones mostraron un efecto significativo de la edad en el estudio de maduración.

En la tabla 9 podemos observar que en las derivaciones centrales y parietales la coherencia beta era mayor en el grupo ped3, y en las derivaciones temporales y frontales, el grupo ped1 tuvo coherencia beta mayor. Solamente en cuatro de las comparaciones es probable el efecto de la edad.

La tabla 10 muestra las 8 variables óptimas que explicaron mejor la varianza ($p < .0001$). En base a estas variables óptimas el análisis discriminante categorizó los sujetos en la siguiente forma: el 100% de los niños del ped3, el 92% de los niños del ped2 y el 90% de los niños del ped1 se clasificaron dentro de su grupo.

En base a estos resultados podemos concluir que las coherencias no afectan en forma igual a la actividad eléctrica cerebral. En la banda delta, teta y beta, las coherencias eran mayores en el grupo con peores resultados en la prueba, sin embargo, las coherencias alfa eran mayores en el grupo sin problemas.

Evaluación pedagógica y los valores de la coherencia en los niños con edad de 9 a 11 años: La tabla 11 muestra el efecto de la ejecución en la prueba de lectoescritura sobre los valores de

TABLA 8. DIFERENCIAS EN LAS MEDIAS SEGUN EVALUACION PEDAGOGICA
BANDA ALFA DE 7 A 9 AÑOS

Deriv	ANOVA	t de Student	Bonferroni	Medias(SD)
C4-F4	p<.02	1>2	1>2	.67(.15) >.49(.20)
P3-T5*	p<.05	2>1	-	.64(.21) >.51(.15)
		2>3	-	.64(.21) >.48(.18)
P4-T6	p<.02	2>1	-	.60(.14) >.50(.14)
		2>3	2>3	.60(.14) >.44(.16)
O1-T5*	p<.05	2>1	-	.76(.28) >.57(.22)
O2-F3*	p<.03	2>3	2>3	.15(.05) >.10(.04)
		1>3	-	.14(.05) >.10(.04)
O2-F7*	p<.05	2>3	-	.16(.07) >.11(.04)
T5-F3*	p<.05	1>3	-	.20(.13) >.12(.07)
T5-F4*	p<.01	1>2	1>2	.18(.08) >.11(.04)
		1>3	1>3	.18(.08) >.11(.06)
T6-F4*	p<.02	2>3	2>3	.16(.05) >.11(.02)
		1>3	-	.15(.05) >.11(.02)
T6-Cz*	p<.02	1>3	1>3	.14(.06) >.09(.03)
		2>3	-	.14(.03) >.09(.03)
F4-Cz	p<.04	1>3	-	.57(.12) >.44(.14)

* COMPARACIONES CON EFECTO DE EDAD

TABLA 9. DIFERENCIAS EN LAS MEDIAS SEGUN EVALUACION PEDAGOGICA
BANDA BETA DE 7 A 9 AÑOS

Deriv	ANOVA	t de Student	Bonferroni	Medias(SD)
C3-P4	p<.01	3>1	3>1	.35(.19) >.22(.10)
		3>2	3>2	.35(.19) >.22(.09)
C3-O2	p<.05	3>2	-	.17(.11) >.12(.04)
		3>1	-	.17(.11) >.12(.04)
C4-O1	p<.04	3>2	-	.19(.11) >.13(.05)
		3>1	3>1	.19(.11) >.12(.07)
C4-F4	p<.04	3>2	3>2	.58(.18) >.39(.19)
P3-F4	p<.02	3>2	3>2	.18(.09) >.11(.03)
		1>2	-	.17(.07) >.11(.03)
P4-O1*	p<.02	3>1	-	.35(.14) >.24(.13)
		3>2	3>2	.35(.14) >.20(.14)
O1-Cz*	p<.01	3>1	-	.23(.12) >.16(.08)
		3>2	3>2	.23(.12) >.12(.05)
T5-F4*	p<.05	1>2	-	.13(.07) >.08(.02)
T5-F8*	p<.02	1>3	-	.13(.08) >.09(.06)
		1>2	1>2	.13(.08) >.08(.03)
T6-T4	p<.01	3>1	3>1	.44(.15) >.27(.18)
		2>1	-	.43(.18) >.27(.18)

* COMPARACIONES CON EFECTO DE EDAD

TABLA 10. VARIABLES OPTIMAS USADAS PARA EL ANALISIS DISCRIMINANTE

NIÑOS DE 7 A 9 AÑOS DE EDAD

NIVEL DE SIGNIFICANCIA $P < 0.0001$

BANDAS	DERIV	GRUPO	GRUPO
DELTA	F3-Cz	P1 > P3	
DELTA	F8-T6	P3 > P1	
DELTA	O1-F7	P3 > P1	P3 > P2
TETA	C4-O1	P3 > P1	
ALFA	F4-Cz	P1 > P3	
ALFA	P4-T6	P2 > P1	P2 > P3
BETA	F4-T5	P1 > P2	
BETA	T4-T6	P3 > P1	P3 > P2
LAMBDA DE WILKS = 0.22 $P < 0.0001$ $R^2 = 0.68$			

coherencia en la banda delta. Vemos que los niños con malos resultados en la prueba (ped3) tuvieron mayor coherencia delta que los niños de los otros dos grupos. En este rango de edad, la gran mayoría de las comparaciones reflejan el más puramente el efecto de la evaluación pedagógica, ya que la edad tuvo influencia significativa en pocas comparaciones.

En la tabla 12 podemos ver las diferencias en la banda teta. Con el criterio estricto de Bonferroni en este rango de edad no había diferencias entre los niños con buenos y malos resultados en la prueba de lectoescritura (ped1 y ped3), sin embargo, la *t* de Student mostró diferencias significativas en dos derivaciones interhemisféricas (T6-F3 y F4-F7) teniendo las coherencias más altas en el grupo ped3 que en el ped2, pero en F4-F7 ped1 tuvo mayores coherencias que ped2.

La tabla 13 muestra que las coherencias alfa eran mayores en el grupo ped1, sin embargo, con el criterio Bonferroni sólo existía diferencia entre el ped1 y ped2 en la coherencia entre F8-Cz.

La tabla 14 revela las diferencias entre las coherencias beta de los tres grupos. Con el criterio Bonferroni sólo existía diferencia en la comparación C3-Cz, teniendo el grupo ped3 mayor coherencia que ped1.

En la tabla 15 se ven las 6 variables óptimas que explicaron mejor la varianza ($p < .0001$). En base a estas variables 100% de los niños del ped3, 92% de los niños del ped2 y 76% de los niños del ped1 fueron correctamente clasificados.

Resumiendo los resultados podemos observar mayor coherencia delta en los grupos con peor resultado en la evaluación pedagógica, mientras el grupo ped1 tuvo mayor coherencia alfa en

TABLA 11. DIFERENCIAS EN LAS MEDIAS SEGUN EVALUACION PEDAGOGICA
BANDA DELTA DE 9 A 11 AÑOS

Deriv	ANOVA	t de Student	Bonferroni	Medias(SD)
C3-F4	p<.003	3>2	3>2	.42(.16) >.30(.11)
		3>1	3>1	.42(.16) >.25(.10)
C3-F8	p<.01	3>2	-	.18(.10) >.11(.05)
		3>1	3>1	.18(.10) >.10(.04)
C3-T4	p<.05	3>1	-	.28(.12) >.18(.08)
C3-Cz	p<.02	3>1	3>1	.78(.19) >.55(.22)
C4-P3*	p<.03	3>1	3>1	.50(.17) >.32(.12)
C4-T5*	p<.05	3>2	-	.25(.14) >.16(.11)
		3>1	-	.25(.14) >.15(.07)
P3-F3	p<.04	3>1	-	.32(.14) >.24(.10)
		3>2	-	.32(.14) >.22(.06)
P3-F4	p<.008	3>1	3>1	.25(.14) >.16(.07)
		3>2	3>2	.25(.14) >.13(.05)
P3-F8	p<.04	3>1	-	.14(.09) >.09(.04)
		3>2	-	.14(.09) >.08(.04)
P3-T4	p<.01	3>1	3>1	.27(.14) >.17(.08)
		3>2	-	.27(.14) >.19(.10)
O1-F4	p<.04	3>2	3>2	.16(.11) >.09(.05)
F3-F4	p<.03	3>2	3>2	.54(.18) >.38(.13)
F4-F7*	p<.05	3>2	-	.19(.07) >.13(.05)
F4-T3	p<.05	3>1	-	.23(.14) >.15(.05)
		3>2	-	.23(.14) >.15(.07)
T3-T4	p<.05	3>1	-	.26(.16) >.17(.07)
		3>2	-	.26(.16) >.16(.10)

* COMPARACIONES CON EFECTO DE EDAD

TABLA 12. DIFERENCIAS EN LAS MEDIAS SEGUN EVALUACION PEDAGOGICA
BANDA TETA DE 9 A 11 AÑOS

Deriv	ANOVA	t de Student	Bonferroni	Medias(SD)
T6-F3	p<.05	3>2	-	.12(.04) >.08(.03)
F4-F7*	p<.01	1>2	-	.20(.08) >.13(.05)
		3>2	-	.19(.07) >.13(.05)

* COMPARACIONES CON EFECTO DE EDAD

TABLA 13. DIFERENCIAS EN LAS MEDIS SEGUN EVALUACION PEDAGOGICA
BANDA ALFA DE 9 A 11 AÑOS

Deriv	ANOVA	t de Student	Bonferroni	Medias(SD)
C3-T4	p<.05	1>2	-	.19(.10) >.13(.04)
P4-F7	p<.04	1>2	-	.15(.07) >.10(.03)
F4-F7	p<.03	1>2	-	.35(.14) >.21(.11)
F8-Cz	p<.03	1>2	1>2	.35(.12) >.25(.09)
		1>3	-	.35(.12) >.27(.11)

TABLA 14. DIFERENCIAS EN LAS MEDIAS SEGUN EVALUACION PEDAGOGICA
 BANDA BETA DE 9 A 11 AÑOS

Deriv	ANOVA	t de Student	Bonferroni	Medias (SD)
C3-Cz	p<.01	3>1	3>1	.71(.10) >.50(.21)
		2>1	-	.64(.16) >.50(.21)
F8-Cz	p<.04	1>2	-	.25(.14) >.17(.08)
		1>3	-	.25(.14) >.16(.06)

TABLA 15. VARIABLES OPTIMAS USADAS PARA EL ANALISIS DISCRIMINANTE
 NIÑOS DE 9 A 11 AÑOS DE EDAD
 NIVEL DE SIGNIFICANCIA $P < 0.0001$

BANDAS	DERIV	GRUPO	GRUPO
DELTA	C3-F4	P3 > P1	P3 > P2
DELTA	C3-T4	P3 > P1	
DELTA	C3-Cz	P3 > P1	
DELTA	P3-T4	P3 > P1	P3 > P2
ALFA	C3-T4	P1 > P2	
BETA	C3-Cz	P3 > P1	P2 > P1
LAMDA DE WILKS = 0.22 $P < 0.0001$ $R^2 = 0.68$			

los dos rangos de edad. Sin embargo, existen numerosas diferencias entre los niños de mayor y menor edad. Solamente la actividad delta seguía distinguiéndose entre los diferentes grupos de evaluación pedagógica con el transcurso de los años, las otras bandas ya no mostraron diferencias en caso de los niños mayores. También llama la atención que las diferencias grupales en los niños chicos eran en su mayoría intrahemisféricas, involucrando regiones central, parietal y occipital. Las diferencias interhemisféricas eran escasas. Sin embargo, en el caso de los niños mayores (de 9 a 11 años) la gran mayoría de las diferencias se observó en comparaciones interhemisféricas incluyendo regiones frontal, central y parietal. Merece mención el que las comparaciones interhemisféricas que revelaron diferencias entre los grupos con diferente rendimiento en la evaluación pedagógica raras veces eran aquellas que compararon áreas homólogas de los dos hemisferios. La única comparación interhemisférica que reflejó diferencias entre los grupos era T3-T4 en la banda delta.

DISCUSION

La relación entre la estructura cerebral y la conducta cognoscitiva es la preocupación central de la neurología, la psiquiatría, la psicología cognoscitiva y de la psicofisiología. La mayoría de los investigadores contemporáneos están de acuerdo en que el procesamiento de información, basado en una jerarquía de centros cerebrales organizado en serie, no podría llevar a cabo con suficiente rapidez el trabajo requerido para la actividad mental. Según los conceptos actuales, la conducta compleja se realiza a través de redes neuronales paralelas y multifocales que permiten la aceleración del procesamiento (Mesulam, 1990). Por otra parte, no existe una equivalencia exacta entre lo que se conoce del funcionamiento del sistema neuronal y el funcionamiento conductual; así, el estudio de la función cerebral no puede explicar completamente la conducta. Nos topamos con esta dificultad al tratar de correlacionar datos electrofisiológicos, expresados en términos de variables espectrales del EEG, y factores tan complejos como la maduración, la habilidad para leer y escribir y las diferencias sexuales y culturales en nuestros sujetos.

Sin duda, los parámetros espectrales del EEG no explican todos los procesos llevados a cabo en el cerebro, pero permiten determinar ciertos aspectos funcionales y establecer las diferencias entre la actividad eléctrica de sujetos normales y sujetos con problemas. Comparando nuestros resultados con los resultados obtenidos en diferentes laboratorios con otra metodología, con diferente equipo y con metas diferentes, nos

damos cuenta que existe lógica y consistencia en los datos, lo que se menciona en cada estudio para relacionarnos y ubicarnos dentro de los logros de la investigación.

Los métodos de análisis cuantitativo del EEG han sido muy útiles para revelar las diversas alteraciones en el funcionamiento cerebral y tienen amplio uso tanto en la práctica clínica como en la investigación; sin embargo, existen muchas preguntas todavía sin contestar. Las medidas más estudiadas son las de la potencia absoluta y relativa, especialmente en lo que se refiere a la maduración del EEG, aunque los trabajos existentes usan derivaciones bipolares, con registros limitados a unos pocas regiones y números reducidos de sujetos. Las diferencias dadas por el sexo son mucho menos estudiadas y el efecto de los factores de riesgo y de las diferencias socioculturales es completamente ignorado y no existen antecedentes, excepto los trabajos llevados a cabo en nuestro laboratorio.

1.- Maduración de los parámetros espectrales del EEG.

Nuestros resultados referentes a la maduración de la potencia relativa coinciden con los datos observados en derivaciones bipolares por John et al. (1980), según los cuales la actividad lenta disminuye y la alfa y beta aumenta con la edad. Estamos de acuerdo sólo en parte con los resultados de Gasser et al. (1988), quienes dicen que la actividad delta muestra relación con la edad, calculada con regresión lineal, pero no así las otras bandas. En nuestro estudio, el valor de la potencia relativa en las bandas delta y teta disminuyó con la edad, mientras que en la alfa y beta aumentó. El modelo lineal era más

apropiado para explicar las variaciones en la potencia relativa en las bandas delta, teta y alfa y la regresión cuadrática explicó mejor las variaciones dependientes de la edad en la banda beta.

La potencia absoluta tiene mayor variabilidad interindividual, con una desviación mucho mayor, que los valores de la potencia relativa. Por esta misma razón, determinar los límites de normalidad presenta mayor problema. Valdés et al. (1985) introdujeron un modelo matemático formal para definir el espacio de la variación normal y el espacio patológico midiendo la distancia de Mahalanobis para cada sujeto dentro del espacio normal y del patológico. Según nuestros datos, la potencia absoluta disminuyó con el aumento de la edad en las bandas delta teta y total. No hubo cambios en la banda alfa hasta que no se calculó la regresión en función de la edad separadamente para los niños y niñas. Vimos que el modelo cuadrático era más apropiado en las bandas delta, teta y total y el modelo lineal para la banda alfa. Estos datos coinciden con los de Gasser et al. (1988) y estamos de acuerdo con ellos en que el modelo cuadrático explica mejor los cambios en la actividad lenta, aunque para la banda alfa, el modelo lineal era más apropiado, especialmente cuando los registros estaban considerados por sexos separados. Este artículo de Gasser y colaboradores podría ser un punto de referencia importante para nuestro trabajo; sin embargo, tiene la desventaja de que usó solamente 8 derivaciones monopolares y diferentes rangos de frecuencias. Los otros estudios citados están hechos en derivaciones bipolares y ofrecen poca seguridad para la comparación de resultados.

La interpretación de las medidas de coherencia nos enfrenta todavía con más incertidumbre, ya que estas medidas son mucho menos estudiadas y comprendidas. Las coherencias muestran el acoplamiento entre áreas corticales midiendo la covariación entre dos regiones de registro en función de la frecuencia. Una alta coherencia entre dos señales de EEG ha sido interpretada como evidencia de conexiones estructurales y funcionales entre áreas corticales abajo de los electrodos de registro (Fein et al., 1988). Podríamos suponer que un cerebro que tiene más interconexiones funciona mejor y da valores de coherencia más altas. Basado en nuestros resultados y en los de Gasser et al. (1987) y Thatcher and Walker (1985), quizás esto sea verdad. En los niños control la coherencia aumenta con la edad en todas las derivaciones y en todas las bandas, con muy pocas excepciones en regiones frontales en la banda teta. Desgraciadamente, las coherencias aumentan también con el retraso mental (Gasser et al, 1987), con la disminución del IQ (Thatcher y Walker, 1985) y con trastornos de aprendizaje mostrados con nuestra evaluación pedagógica. La tarea es explicar todas estas contradicciones, en el espacio de nuestros resultados.

El patrón de maduración "normal" de las coherencias (por llamar así a la forma de desarrollo visto en nuestros niños control) tiene tres rasgos importantes:

a) Un incremento marcado en los valores de coherencia con la edad en las comparaciones central, temporal y posteriores, especialmente en las bandas delta y alfa. Este incremento en las coherencias con la edad, puede ser consecuencia de la mielinización en proceso, ya que la mielogénesis no está

terminada sino hasta la segunda década de la vida, y nuestros sujetos están dentro del rango de edad, cuando estos cambios ocurren (Yakovlev y Lecours, 1967).

b) Un efecto de la edad simétricamente distribuido sobre las coherencias con abundante participación de la región del vértex en todas las bandas. Nuestros registros estaban hechos en niños despiertos, relajados, con los ojos cerrados; consecuentemente, se esperaba máxima actividad alfa. Esta influencia simétrica de la edad relacionada con el vértex podría ser el resultado del desarrollo de las interconexiones talamocorticales, ya que el núcleo reticular talámico tiene un papel determinante en la producción y sincronización del ritmo alfa (Steriade, et al. 1990). También podría reflejar el desarrollo de las fibras de asociación cortico-corticales, incluyendo las del cuerpo calloso.

c) Un decremento en las coherencias con el incremento de la edad observado en las comparaciones frontales, especialmente en la banda teta. Un decremento en la coherencia se puede relacionar con un incremento en la diferenciación cortical (Thatcher et al., 1986). En 1979, Huttenlocher encontró que la densidad neuronal y sináptica es mayor durante los dos primeros años de vida y luego gradualmente decrece entre los años 2 y 16. Tal vez el decremento en la densidad neuronal y sináptica en la corteza frontal puede explicar la negatividad de las coherencias en este rango de edad, cuando ocurren los cambios. Sin embargo, Goldman-Rakic (1987) contradice esta proposición, ya que no encontró tiempos diferentes ni gradientes diferentes en la eliminación sináptica para las diversas áreas corticales. Los

datos sobre la sinaptogénesis en humanos son muy escasos, y la forma de medir la maduración cortical es variada y produce datos controvertidos. En el estado presente de las neurociencias es imposible determinar a qué se debe esta negatividad frontal encontrada en nuestro grupo control. Solamente, podrían aclarar esta duda estudios de seguimiento.

Los niños con trastornos de aprendizaje mostraron un patrón de maduración completamente diferente. En este grupo también se observó un aumento de las coherencias con la edad; sin embargo, las regiones que mostraron mejor el efecto de la edad nunca participaban en comparaciones que incluyeron el vértex. Más bien, la maduración de las coherencias de este grupo parecía estar lateralizada en las regiones temporales izquierdas. Las regiones frontales mostraron mayor aumento de coherencias en este grupo que en el grupo de niños control, pero no se observó la negatividad frontal.

¿Cómo podemos relacionar la coherencia y la conducta y explicar este patrón de maduración diferente para los niños con problemas en el aprendizaje? Esta es una pregunta difícil de contestar, ya que sabemos muy poco sobre los mecanismos involucrados. Los estudios de correlación entre inteligencia y desarrollo cerebral dicen muy poco sobre la relación entre cerebro y desarrollo conductual, ya que son muy generales. Obviamente, el desarrollo del cerebro está íntimamente ligado al funcionamiento cognoscitivo. Entre los 6 y 16 años ocurren cambios conductuales rápidos y periódicos. Estos cambios coinciden burdamente con los cambios observados en el registro electrofisiológico, pero no corresponden a la densidad neuronal y sináptica máxima, hecho

que nos fuerza a tomar en cuenta otros factores de maduración, como por ejemplo el crecimiento dendrítico o el incremento en la eficacia sináptica que podrían permitir una mejor competencia conductual. El patrón localizado en la región temporal izquierda, observado en los niños con problemas de aprendizaje, podría revelar diferencias en la lateralización hemisférica y podría apoyar la teoría según la cual los problemas de aprendizaje son consecuencia de un trastorno en la activación hemisférica.

2.- Efecto del sexo

Las diferencias entre los sexos en la ejecución de ciertas tareas especializadas y en general en el funcionamiento cognoscitivo son evidentes (y se enumeran en la sección de introducción). A pesar de este hecho, tiene varias desventajas examinar los índices de asimetría cerebral de niños y niñas normales, en base a tareas conductuales. Generalmente, las asimetrías funcionales son débiles, no forzosamente se relacionan con asimetrías anatómicas y morfológicas, y frecuentemente son inconsistentes. Tal vez la razón es que en la ejecución influyen otras variables que no se toman en cuenta, como por ejemplo la atención y los estados emocionales. Las diferencias entre sexos, encontradas en la morfología cerebral, también han sido detalladas en la introducción. Sin embargo, en base a los trabajos enumerados no se pudo contestar la pregunta sobre si las asimetrías en la morfología dan bases para la especialización funcional subsecuente, o simplemente reflejan la

acomodación aleatoria del manto cortical que se expande en forma irregular al crecer (McGlone, 1980). Si consideramos que los hombres y las mujeres son tan distintos en tantos aspectos de la vida diaria, es imposible creer que tengan una igualdad en la organización y funcionamiento cerebral.

Tomando en cuenta nuestros resultados, ha sido comprobada la hipótesis que el sexo determina ciertas diferencias en la actividad cerebral y éstas se reflejan en las medidas del EEG. Las medidas de potencia absoluta por edad no diferían entre niños y niñas, pero los valores de potencia relativa revelaron una maduración diferente según el sexo (ver la figura 3). Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Petersen y Olofsson (1971), quienes demostraron mayor potencia relativa alfa y menor delta y teta en los varones que en las niñas. Los niños de nuestro estudio también tenían mayor potencia relativa alfa y menor delta y teta que las niñas, pero sus pendientes mostraron menos correlación con la edad. Las niñas mostraron un desarrollo más acelerado en este lapso de edad, con diferencias que tendieron a disminuir, aunque a los 12 años todavía persistieron en un rango menor. Asimismo, las medidas de coherencia mostraron diferencias ligeras, pero muy consistentes. Estas están, con pocas excepciones intrahemisféricas, limitadas casi al hemisferio derecho y reflejadas en todas las bandas. La observación de Flor-Henry y asociados (1978) de que existe mayor lateralización hemisférica en los hombres y bilateralidad en las mujeres, se ve apoyada por Diamond (1981) y McGlone (1980), quienes encontraron en los hombres una superioridad del hemisferio derecho al ejecutar tareas espaciales. Nuestros

resultados apoyan la idea de un arreglo bicerebral en caso de las niñas, ya que ellas tenían coherencias parecidas en ambos hemisferios. Las coherencias de los niños eran diferentes, teniendo valores más bajos en el hemisferio derecho (ver apéndice). Corsi-Cabrera et al. (1989) demostraron que las mujeres tenían mayor correlación interhemisférica en la banda alfa que no se relacionó con la tarea sino reflejó características intrínsecas de la organización cerebral dependiente del sexo. Beaumont et al. (1978) registraron el EEG durante tareas verbales y visoespaciales, y calcularon la coherencia por tarea y por sexo. Estos autores obtuvieron un aumento de las coherencias en el hemisferio derecho de los hombres durante las tareas visoespaciales, pero no había diferencia por sexo en las coherencias durante tareas verbales en el hemisferio izquierdo. Aquí, cabe cuestionar qué significa la disminución de las coherencias derechas en los hombres. Siendo los hombres mejores en tareas que involucran el hemisferio derecho, podríamos suponer que esta caída se relaciona con mejor ejecución y el aumento de coherencias con la disminución del IQ podría fortalecer esta idea. Sin embargo, las mujeres constantemente son mejores en tareas verbales, y si esta lógica no es falsa, ellas deberían tener coherencias mayores en el lado izquierdo que los niños, y esto no ocurre. Además, la maduración generalmente significa mejor ejecución y se relaciona con coherencias más altas. Desafortunadamente, el significado de las coherencias es ambiguo; un aumento no se relaciona inequívocamente con la calidad de ejecución, lo que hace pensar que estas diferencias en los valores de coherencia más bien se

deben al uso de diferentes estrategias que a un cableado cerebral más eficaz.

Por otro lado, no podemos apoyar la observación de Flor-Henry (1978) de que las diferencias según el sexo son culturales y se hacen evidentes después de la pubertad, demostrando una mayor influencia de la educación que de la organización del cerebro. Nuestro grupo de sujetos tenía un rango de edad de 6 a 16 años y la diferenciación sexual ya estaba presente, así que estas diferencias por sexo o no son dependientes de la edad o la diferenciación ocurre antes de la pubertad.

En un estudio, Kimura (1987) encontró que las funciones del lenguaje estaban más focalizadas en las mujeres, restringiéndose a una área pequeña, ubicada en la parte anterior del hemisferio izquierdo, mientras los hombres tenían estas funciones distribuidas en todo el hemisferio. Kimura dice que a esto se debe que en las mujeres las afasias son de 3 a 5 veces más raras y es menor la reducción del IQ después de una lesión del hemisferio izquierdo. Las diferencias observadas en la presente tesis abarcaron regiones tanto anteriores como posteriores y además casi exclusivamente derechas, lo que tal vez se explique con el hecho de que nuestros registros no fueron elaborados durante la ejecución de tareas verbales, sino en descanso.

La investigación sobre la etiología de las diferencias sexuales en la cognición revela una interacción compleja de influencias genéticas, hormonales, neuroanatómicas y socio-culturales, produciendo éstas desigualdades hemisféricas entre niños y niñas. Dado que la variabilidad individual en el funcionamiento cerebral es bastante grande, al añadir las diferencias

determinadas por el sexo podemos esperar que esta variabilidad aumente.

Nuestro estudio no consideró asuntos de destreza relacionados con lateralización cerebral según el sexo por tres razones: a) porque en este estudio no participaban zurdos y en los otros estudios en que participaban todos los sujetos, el número de zurdos era insignificante (3 en 154 niños), b) porque no tuvimos manera de explorar con precisión la dominancia cerebral, la zurdería se determinó por un cuestionario aplicado a los padres y c) porque estoy de acuerdo con Kinsbourne (1974) en que relacionar destreza con dominancia cerebral sólo sirve para causar mayor confusión, ya que la mayoría de los zurdos tienen conducta aparentemente normal y al mismo tiempo la mayoría de los niños que sufren de desventajas en la cognición y en la maduración son diestros. Aunque también es verdad que en la población de niños con problemas de aprendizaje, la ocurrencia de zurdos es mayor que en la población normal (Gordon, 1989).

Tampoco está claro si existen otros factores en la maduración que no sean la especialización hemisférica, y si éstos son suficientes para producir patrones diferentes entre niños y niñas. En los estudios de lateralización frecuentemente se sobreentiende que ciertas tareas son del hemisferio izquierdo y otras del derecho, pero no se considera que puede haber otras formas de colaboración hemisférica. Uno puede actuar sobre el otro inhibiéndolo, o puede existir un arreglo acoplado con una retroalimentación negativa (Denenberg, 1980).

También existe una divergencia en las opiniones sobre lateralización hemisférica. Algunos autores (Kinsbourne, 1980)

declaran que la variación en la lateralización hemisférica no es patológica, sino es una expresión genética normal, que no interfiere con la calidad del funcionamiento. Otros dicen (Bakan et al., 1973) que es una desviación de la organización normal, y que la dominancia cerebral derecha es resultado de un daño cerebral temprano que afecta la maduración normal y consecuentemente la calidad de funcionamiento.

Por el momento, solamente sabemos que la variación causada por el sexo existe y se debe tomar en cuenta al interpretar un EEG cuantitativo, por lo que la elaboración de normas por sexo es urgente y necesaria.

3. - Efecto de los factores socioculturales y de riesgo

En los países subdesarrollados, gran cantidad de niños que habitan en áreas suburbanas y rurales viven en pobre condición alimenticia, cultural y de higiene. Es primordial conocer los posibles efectos de estas condiciones sobre el desarrollo del sistema nervioso, tanto para la prevención como para el tratamiento. Generalmente, los niños que provienen del nivel sociocultural bajo, tienen mayores riesgos de daño cerebral durante su desarrollo, debido a la mala atención médica durante la época perinatal, a la educación deficiente de los padres, especialmente de la madre, y a los pocos recursos de la familia para facilitar la rehabilitación. Al calcular el efecto del nivel sociocultural y de los antecedentes de riesgo de daño cerebral se encontró que el nivel socioeconómico influyó sobre los valores de potencia absoluta y relativa, en forma de mayor potencia absoluta delta teta, beta y total en las regiones

frontales y más potencia relativa delta y menos alfa en las regiones posteriores en los grupos con mayor desventaja social. Los grupos con nivel socioeconómico B tenían valores entre los grupos mejores (A) y los peores (C). En este estudio, el nivel socioeconómico bajo (tipo C) se determinó en base a ingresos per cápita y bajo grado de educación de la madre, ya que Bradley y Caldwell (1976) encontraron que el estilo emocional y verbal de la madre y el involucramiento maternal tenían fuerte efecto sobre el desarrollo intelectual posterior del niño. Asimismo, Cravioto y Arrieta (1983) hallaron una relación estrecha entre el nivel educativo de la madre y el desarrollo intelectual del niño desnutrido. Nuestra población no tenía desnutrición grave, y cursaba con desarrollo intelectual normal. Los sujetos de este estudio pertenecieron al nivel socioeconómico medio-bajo y bajo y de ellos se seleccionaron los tres grupos. Así la diferencia entre el nivel socioeconómico bueno (tipo A) y malo (tipo C) es menos, sin embargo, se observaron diferencias en el EEG que muestran la gran sensibilidad del registro electroencefalográfico ante la influencia de este factor. La influencia del nivel socioeconómico sobre los parámetros espectrales no se había estudiado anteriormente. La idea de estudiarlo vino de un estudio de Harmony et al., (1988) en que se comparó la maduración de los EEGs bipolares de 6 diferentes grupos de niños, 3 de México, 2 de Venezuela y 1 de Cuba con normas de maduración descritas por John et al. (1980) para niños de Estados Unidos. Las diferencias étnicas y culturales obvias no causaron diferencias entre los grupos con nivel socioeconómico medio y alto, sin embargo, los niños marginados

de México y de Venezuela presentaron pendientes diferentes. Los riesgos de daño cerebral también tenían influencia clara sobre los valores de la potencia absoluta. Los niños con antecedentes de riesgo tenían mayor amplitud en casi todas las regiones y en todas las bandas. Cuando los niños de nivel sociocultural más bajo (C) fueron excluidos y el análisis se repitió con niños de nivel socioeconómico mejor (A y B) y con antecedentes de riesgo, se hizo evidente un aumento en las áreas frontal derecho, temporal y central en todas las bandas. El efecto de riesgo no influyó sobre los valores de la potencia relativa. LLama la atención que tanto el nivel sociocultural como los antecedentes de riesgo ejercen su efecto en la región frontal. Nuestros sujetos eran aparentemente normales, ninguno tuvo antecedentes de malnutrición severa y según Cravioto y Arrieta (1983) la baja ingesta de los alimentos debe ser extrema para que cause un daño irreversible en el cerebro. Además, nuestra población cursaba la escuela primaria con resultados más o menos satisfactorios. A pesar de esto, el EEG mostró diferencias según el nivel sociocultural.

Existe la duda, de si las diferencias socioculturales o sexuales en el funcionamiento cerebral se deben a la genética o a la crianza. Obviamente, sobre la organización cerebral, complejas interacciones de factores sociales, hormonales, biológicos, educacionales, y hasta de los momentos cuando estos eventos ocurren, ejercen influencia, siempre dentro de las limitaciones genéticas, que dan las bases estructurales para que estos factores actúen. El medio ambiente tiene un papel interactivo, probablemente aumentando las diferencias interindividuales

iniciales. La interacción social temprana puede contribuir al desarrollo de las funciones especializadas hemisféricas al inhibir las conductas inadecuadas bajo la dirección secuencial de los padres. El efecto de esta interacción sobre la organización cerebral es plausible, pero no se ha demostrado (Kinsbourne, 1980). Sin duda, la competencia biológica determina la experiencia psicológica, y esto es válido también a la inversa, ya que la experiencia psicológica también altera o modula la competencia biológica y esta interacción se vuelve un producto estructural y funcional unificado, que se manifiesta en la actividad eléctrica cerebral. Afortunadamente, el efecto de la desventaja sociocultural sobre el cerebro es débil, y es irreversible solamente en casos extremos.

La población con condiciones desventajosas socioculturales presenta más frecuentemente antecedentes que significan un factor de riesgo de daño cerebral. En esta tesis los factores de riesgo se manifestaron en la potencia absoluta en forma de un incremento de esta medida en todas las bandas afectando principalmente las áreas frontales y temporales derechas, sin embargo, la potencia absoluta no reflejó el efecto del riesgo. John et al. (1990) relacionaron la presencia y la ausencia de los factores de riesgo y encontraron una mayor incidencia de las anomalías neurométricas cuando los factores de riesgo estaban presentes. Estos autores utilizaron derivaciones bipolares y no aclaran que tipos de anomalías encontraron, así que es imposible determinar si coinciden nuestros datos o no. Díaz de León y colaboradores (1988) no hallaron efecto de riesgo en sus medidas espectrales y explicaron este hecho con

los otros factores socioculturales como por ejemplo malnutrición crónica que predominaba en su muestra. Nuestros datos muestran que el efecto de los factores de riesgo se manifiesta solamente sobre la potencia absoluta, así la elaboración de normas para la potencia relativa no es necesaria.

4.- Efecto de los problemas de aprendizaje

Se ha mostrado que los métodos estadísticos uni o multivariados revelan claras diferencias en los parámetros espectrales del EEG en niños con diferentes grados de dificultad para aprender a leer y escribir. En este trabajo los valores de la potencia absoluta demostraron diferencias según la evaluación pedagógica. Al comparar los niños de nivel socioeconómico A y B con antecedentes, los buenos resultados en la evaluación (ped1) se relacionaron con mayor potencia absoluta alfa en la mayoría de las derivaciones y menor delta y teta que con resultados regulares (ped2). El grupo ped3 tenía mayor potencia absoluta en la banda delta y teta en T6 y menor en la banda alfa en F4, C3 y F7. Al repetir el análisis con niños de nivel socioeconómico A y B, pero sin antecedentes, tanto la *t* de Student como la correlación canónica demostraron que el buen resultado en la prueba pedagógica invariablemente se relacionaba con mayor actividad alfa y menor delta.

Los valores de la potencia relativa también demostraron inequívocamente que el efecto de los diferentes grados del problema en la lectoescritura se reflejan en el EEG. Además, una mayor potencia relativa delta y menor alfa se relacionó con los grupos que tenían dificultades serias en la evaluación

pedagógica (ped3) y mayor potencia teta se relacionó con el grupo que tenía problemas leves (ped2). Estos resultados son independientes del nivel socioeconómico y de los factores de riesgo, se manifiestan por igual en los grupos de cualquier nivel socioeconómico con y sin antecedentes. Estos resultados coinciden con los logrados por John et al., (1983) quienes también encontraron que las potencias absoluta y relativa delta y teta disminuyeron con la edad y sugerían que un aumento de la actividad delta y teta en los niños con problemas de aprendizaje eran señal de un retraso en el desarrollo, como causa de los problemas de aprendizaje. La población estudiada por John contenía niños con problemas de aprendizaje con coeficiente intelectual muy bajo. En el caso de niños con problemas de aprendizaje, estos autores encontraron tres tipos de registros de EEG. Un grupo tenía valores espectrales con mayor cantidad de actividad lenta y menor alfa, o sea un registro inmaduro que correspondía a niños con edad menor. Otro grupo de niños con trastornos de aprendizaje tenía anormalidades focales en el EEG, probablemente debido a un daño cerebral; el tercer grupo tenía un EEG que no se diferenciaba de los registros de los niños normales. Estos resultados coinciden con los nuestros, pero están hechos en derivaciones bipolares y además, los autores no relacionaron sus resultados con la gravedad de los problemas de aprendizaje. Este hallazgo también muestra que el grupo de niños que cursan con problemas de aprendizaje es heterogéneo. Leisman y Ashkenazy (1980) encontraron menos potencia relativa alfa en disléxicos, solamente durante el descanso pero no durante la ejecución de tareas. Esto es poco razonable, pero podríamos

explicarlo con las diferencias en las estrategias usadas para ejecutar una tarea cognitiva, que pueden enmascarar los valores durante la ejecución. En esta tesis, para eliminar el efecto de otros factores - como el riesgo perinatal de daño cerebral y el nivel socioeconómico bajo de los sujetos, ya que los niños con resultados pobres (ped3) y muy pobres (ped4) en la evaluación pedagógica frecuentemente tenían antecedentes de riesgo y muchos de ellos pertenecían al nivel socioeconómico peor

(tipo C), - se repitió el análisis con niños que tenían nivel socioeconómico A y B y sin antecedentes. Al eliminar estos factores, las diferencias entre los grupos con buenos resultados (ped1) y con malos resultados (ped3) se observaron solamente en la banda alfa en las derivaciones F4, C3 y F7.

Los valores de la potencia relativa también mostraron el efecto de la ejecución en la prueba pedagógica. En niños con problemas leves de lectura (ped2), mejor nivel socioeconómico (A) y sin riesgo, se observó más actividad teta y menos alfa que en los buenos lectores (ped1). El efecto de riesgo no mostró influencia sobre la potencia relativa, así que se puede dejar fuera de consideración. Cuando la población entera fue analizada, mayor potencia relativa delta en F3, F7 y en T3 se relacionaba con resultados pobres (ped3) y muy pobres (ped4) en la evaluación pedagógica. Estos datos podrían apoyar la teoría de Wender y John, de que los problemas de aprendizaje se deben a un lento desarrollo; sin embargo, no podemos tomar decisiones ya que no se calcularon ecuaciones de regresión para potencia absoluta y relativa con niños con problemas de aprendizaje. Los valores Z mostraron diferencias significativas, pero no sabemos si la

maduración de estas medidas era diferente para los dos grupos o retrasada. Sin embargo, los resultados obtenidos en el estudio de la maduración, donde se calcularon las ecuaciones para los valores de coherencia, mostraron una maduración no lenta, sino completamente diferente para los niños que tenían problemas de aprendizaje. El hecho de que las regiones frontotemporales izquierdas sean las que mejor distinguan entre los malos y los buenos lectores sugiere alguna disfunción en el área de lenguaje y puede reforzar los resultados vistos en la maduración, es decir que los niños con problemas de aprendizaje tenían el efecto de la edad en la región temporal izquierda. Así que estos datos apoyan más la idea de diferente hemisfericidad en los niños con problemas de lectoescritura, que un simple retraso en la maduración.

La calidad de la ejecución en la prueba pedagógica mantuvo también una relación fuerte con los valores de coherencia. Se observó un aumento de la coherencia delta y teta y un decremento de la coherencia alfa para los grupos con malos resultados en la prueba (grupos ped2 y ped3). Gasser et al. (1987) y Thatcher et al. (1985) describieron un aumento global de las coherencias en todas las bandas con retraso mental superficial y con la disminución del IQ. En nuestro estudio los niños eran todos de IQ normal y las diferentes bandas cambiaron distintamente. Se observó más coherencia delta y teta en los niños con problemas académicos y más coherencia alfa en el grupo de niños con buena ejecución, aunque existían algunas excepciones. La razón de este comportamiento diferencial según las bandas es obvia, ya que los generadores de las actividades delta, teta y alfa son múltiples

y diferentes (Steriade et al., 1990) y los sistemas cerebrales involucrados en la cognición se componen de redes neuronales extendidas, tanto corticales como subcorticales (Thompson, et al., 1984; Mesulam, 1990), hecho que hace razonable que la actividad eléctrica del cerebro sea diferente según las bandas y se cambie diferencialmente con la calidad de ejecución al leer y escribir.

Si aceptamos la idea de que debe existir algún tipo de daño cerebral para que los problemas de aprendizaje aparezcan, entonces estas lesiones deben manifestarse no solamente en el EEG sino también en la tomografía computarizada. Los estudios hechos con TAC demostraron que solamente entre 20-30% de los niños con problemas de aprendizaje tenían TAC anormales (Moeschler et al., 1981, Lingam et al., 1982, Fernandez et al., 1991a), y estos niños con anomalías en la tomografía, generalmente tenían registros electrofisiológicos anormales. Por estos hallazgos podemos resumir, que la presencia de una lesión anatómica focal es una condición probable, pero en ninguna forma necesaria para el desarrollo de este síndrome. Ya que la población infantil con trastornos de aprendizaje es sumamente heterogénea, en algunos casos las alteraciones estructurales podrían explicar la deficiencia cognoscitiva.

El efecto de la ejecución en la prueba de lectoescritura fue calculada en dos grupos de edades, para poder disminuir el efecto de la edad sobre las coherencias (ver sección de Método). En el grupo de niños, de 7 a 9 años las diferencias entre los grupos con grado variable de dificultad en la evaluación eran mucho más numerosas y en su mayoría intrahemisféricas. En el

caso de los niños mayores (9-11 años) se observaron menos diferencias en las medidas de coherencia entre los grupos y éstas eran interhemisféricas. Como el trastorno de aprendizaje es un síndrome infantil que según algunos autores (Haslam et al., 1981) desaparece en la edad adulta, es razonable que las medidas del EEG también se parezcan cada vez más a las medidas de los niños control. La única banda que sigue mostrando las diferencias entre los grupos es la banda delta. No podemos responder por ahora si esto se debe simplemente a la edad, ya que la banda delta se normaliza al último y nuestros niños no llegaron a esta etapa, o si otras causas determinan la permanencia de anomalías en la banda delta. Tal vez estudios de seguimiento podrán dar respuesta a esta pregunta.

La otra duda, difícil de explicar, es por qué los niños más chicos reflejaban las diferencias en sus habilidades para leer y escribir en las coherencias intrahemisféricas y los mayores en las interhemisféricas. Montagu (1975) también encontró mayor coherencia intrahemisférica para los niños con problemas de aprendizaje y mayor interhemisférica para los niños control. Tal vez esto se relacione con la naturaleza hemisférica de los trastornos de aprendizaje. Están acumulándose evidencias a favor de la teoría de que los problemas de aprendizaje se deben a problemas en la activación hemisférica (Swanson and Cochran, 1991; Gordon, 1989 y muchos más). Cualquiera que sea la razón de estos cambios, una cosa es segura, y es que los problemas de aprendizaje no son los mismos en edades tempranas que más tarde y esta observación debe ser muy valiosa para los investigadores que trabajan con niños de problemas de aprendizaje pues deben

tomar en cuenta el efecto que ejerce la edad sobre las características de este síndrome.

5.- Probables causas de los problemas de aprendizaje.

Como último objetivo de esta tesis, quisiera aprovechar los datos recabados y tratar de aclarar la naturaleza de los problemas de aprendizaje en base a estos resultados.

Entre todas las teorías ennumeradas en la sección de introducción, aquí solamente discutiré aquellas que tienen correspondencia con estos resultados. Obviamente, no puedo opinar sobre la teoría genética, pues mi metodología no da bases para discutirla. Otros estudios, hechos con equipos y métodos diferentes, deberán proporcionar datos sobre esta teoría. Sin embargo, las evidencias encontradas (Smith et al., 1970) señalan que debe existir alguna influencia, una predisposición genética que ayuda el desarrollo de este síndrome.

En cuanto a la teoría de daño orgánico, hemos visto en los estudios de tomografía computarizada que existen anomalías en la tomografía (Lingam et al., 1982), aproximadamente en el 20-30% de niños con problemas de aprendizaje. También, que los niños con daño cerebral verificado tenían anomalías electrofisiológicas (generalmente en la región temporal izquierda) y pertenecían al grupo con problemas de aprendizaje (Fernández et al., 1991a). Debemos aclarar que las lesiones demostradas con la tomografía deben ser visibles, pero existe la posibilidad de tener alteraciones estructurales o funcionales

que no se observan en la tomografía computarizada, como por ejemplo los trastornos neuroquímicos. Así que la presencia de una lesión visible en alguna parte del cerebro como causa de los problemas de aprendizaje es una condición posible, aunque no forzosamente necesaria para el desarrollo de este síndrome, otras alteraciones no visibles pueden estar presentes.

La idea de una corteza ectópica por maduración, emigración o eliminación imperfecta de las neuronas sobrantes como causa de los trastornos de aprendizaje, tiene las mismas debilidades. Hynd et al., (1989) lo encontraron solamente en pocos casos. En su estudio, la anomalía observada más frecuentemente era la agénesia del cuerpo calloso. Así, podríamos resumir lo mismo: si bien en algunos casos la corteza ectópica podría explicar los problemas de aprendizaje, tampoco es una condición necesaria para el desarrollo de estos problemas.

John et al. (1983), en base a la realización de medidas neurométricas, declararon que los problemas de aprendizaje, por lo menos en un buen porcentaje de los sujetos, se debían a un retraso en la maduración cerebral, o sea que la ejecución del niño con problemas correspondía a un niño normal de menor edad y que en la adolescencia los problemas pueden desaparecer. Esta hipótesis encontró bastante apoyo en la investigación, especialmente cuando se tomaron en cuenta los valores de potencia absoluta y relativa (Harmony, 1989). Al considerar los resultados de esta tesis, no tenemos bases para apoyar esta idea. Si bien es cierto que existen diferencias entre los valores de los tres grupos pedagógicos, no sabemos si la

maduración es diferente o existe un simple retraso. Para tomar una postura definitiva se necesitaría calcular el efecto de la edad en cada grupo pedagógico. El estudio de maduración de las coherencias muestra claramente que los niños con dificultades de lectura y escritura tienen procesos de maduración completamente diferentes a los niños control, pero las coherencias miden aspectos diferentes que los valores de potencia.

Otra de las teorías discutidas es que un trastorno en la lateralización o en la transferencia interhemisférica es la causa de los problemas de aprendizaje. Geschwind y Levitsky (1968) encontraron que el planum temporal izquierdo, en sujetos normales, generalmente es de mayor volumen que el derecho. Ellos explicaron el mayor tamaño en el lado izquierdo debido a funciones del lenguaje, suponiendo que es la parte anatómica y precursora para el desarrollo del lenguaje. Geschwind y Galaburda (1985) hallaron un planum simétrico en niños con problemas del lenguaje y fabricaron la hipótesis de que menor volumen es señal de menos neuronas, lo que aparentemente explicaba los problemas de aprendizaje. Esta explicación, sin embargo, resultó ser falsa, ya que las mismas asimetrías existen en los monos (Yeni-Komshian y Benson, 1976), que obviamente tienen un lenguaje mucho menos desarrollado que los niños con problemas de aprendizaje. Aunque resulta interesante que las asimetrías morfológicas son invariantes durante el desarrollo, no sirven como índice de función.

La hipótesis de que una deficiencia en la transferencia entre los hemisferios, debido a la agénesia del cuerpo calloso, es la causante de los problemas de aprendizaje, también fracasó, ya

que Levy et al. (1972) estudiaron pacientes con agénesia total de cuerpo calloso que fueron completamente asintomáticos.

Nuestros resultados presentan evidencias de una maduración de las conexiones córtico-corticales con lateralización diferente en los niños con problemas de aprendizaje y diferencias hemisféricas entre niños y niñas normales. Estas diferencias entre los hemisferios de niños con ejecución normal y con problemas, pueden ser el resultado de una lesión cerebral temprana, que causa otro patrón de maduración o simplemente otro tipo de maduración. Los resultados de esta tesis se prestan para considerar que diferencias hemisféricas existentes entre los dos grupos podrían ser la causa de los problemas de aprendizaje, sin embargo, estos datos no son concluyentes. Estudios tomográficos con emisión de positrones (LaBerge y Buchsbaum, 1990) mostraron mayor consumo de glucosa en el hemisferio contralateral durante la ejecución de una tarea que involucraba atención selectiva. Los autores dicen que el pulvinar interactúa con las estructuras corticales dirigiendo la activación hemisférica. Tal vez el pulvinar puede proporcionar "el metacontrol" propuesto por Levy y Trevathan (1976) dirigiendo la activación hemisférica y esta actividad talámica podría ser la responsable de las coherencias que involucran el vértex y que resultan en una maduración simétrica en los niños control.

Por último, quiero considerar la teoría de que ciertas afecciones (morfológicas o neuroquímicas) del lóbulo frontal son las causantes tanto de los problemas de aprendizaje, como de los problemas emocionales invariablemente presentes en los niños con trastornos de aprendizaje. Nuestros resultados muestran un

efecto de la edad con pendiente negativa en la región frontal para el grupo control y abundante participación frontal alfa con pendiente positiva para el grupo con dificultades en la lectura y escritura. Estos datos sugieren diferencias frontales masivas entre los dos grupos y favorecen la teoría de que el funcionamiento de los lóbulos frontales puede jugar un papel importante en este problema. Esta teoría también explica la parte emocional y social del síndrome. Estas facetas de los problemas de aprendizaje, aunque todo el mundo las conoce, nadie los estudia, tal vez por la dificultad de proporcionar estímulos emotivos exactos. Mesulam (1990) demostró interconexiones directas entre el lóbulo frontal y el sistema límbico. También se encontró recientemente la presencia de conexiones extensas entre áreas paralímbicas y corteza asociativa heteromodal (Mesulam, 1985). Como consecuencia de este funcionamiento anormal de los lóbulos frontales podrían estar desactivados procesos de motivación y de atención tan importantes para poder cumplir con los requerimientos académicos e impedir a los niños una ejecución continua, sostenida y perfecta. Esta teoría también puede explicar las diferencias hemisféricas, ya que Milner (1974) observó en pacientes con lesión temprana del lóbulo frontal izquierdo un cambio de las funciones del lenguaje al hemisferio derecho.

Mi idea personal sobre la etiología de los trastornos de aprendizaje podría resumirse en la figura 17. Una desventaja genética, la presencia de lesiones perinatales o de desequilibrio neuroquímico pueden dar como resultado cierto retraso en la maduración o trastorno en la lateralización

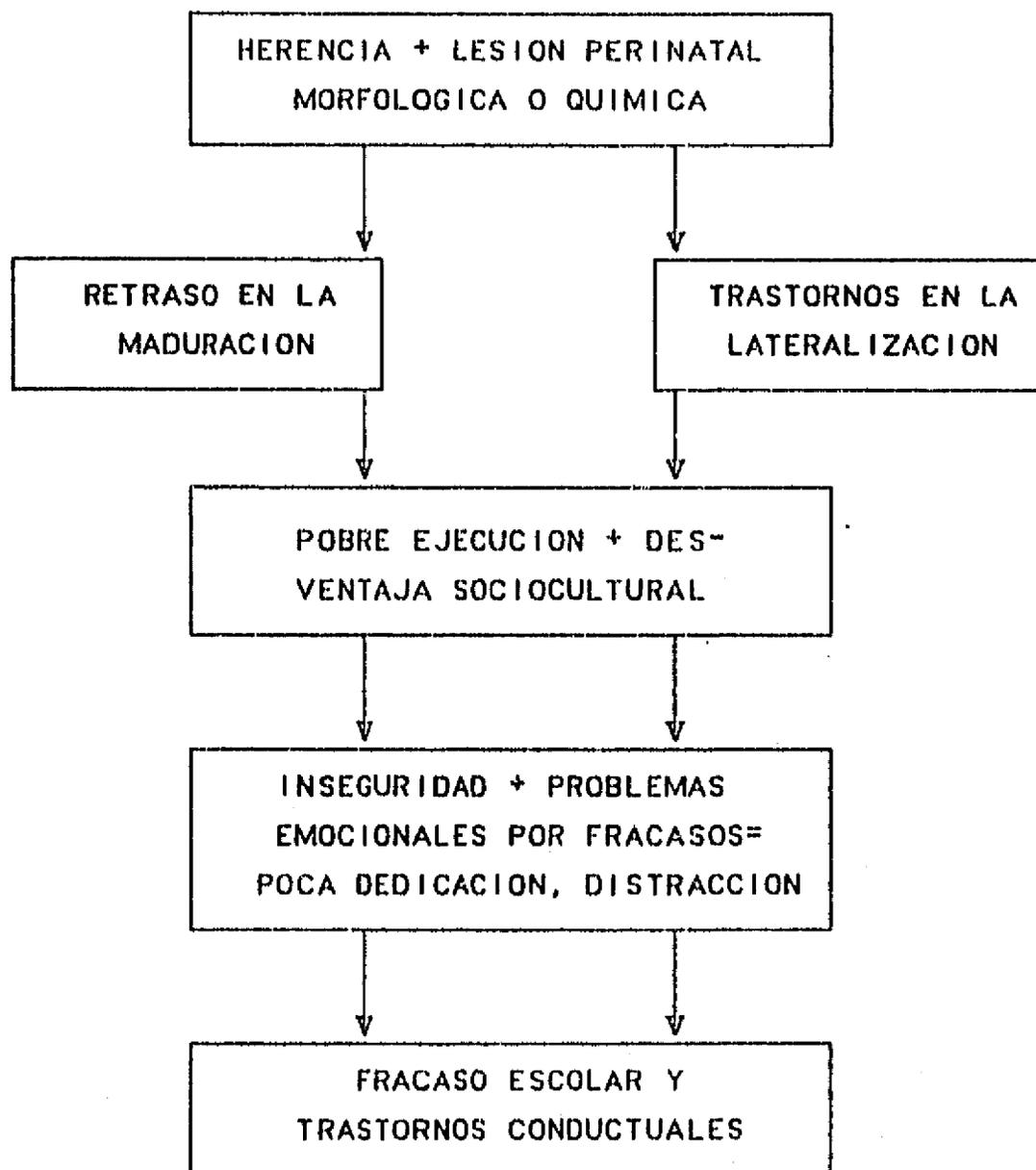


FIGURA 17. MODELO PROPUESTO DE LOS TRASTORNOS DE APRENDIZAJE

hemisférica, lo que hace que el niño responda torpemente y con menor eficiencia a los requerimientos académicos. Considero este hecho como un primer eslabón de nivel biológico, pero en ninguna forma el definitivo para el desarrollo del síndrome, ya que las lesiones pequeñas, como las observadas en estos niños, son superables, hecho demostrado por niños con lesiones y sin problemas de aprendizaje. Sin embargo, esta ejecución pobre, acompañada de desventaja sociocultural (mala alimentación, maestros intolerantes, padres analfabetos o neuróticos que no pueden brindar la ayuda necesaria para superar la habilidad deficiente), exponen al niño a fracasos continuos, a críticas y burlas, a rechazo social, creando en esta forma baja autoestima, inseguridad, problemas emocionales, distracción y poca dedicación. El autodesprecio sostenido al que estos niños están expuestos hace que no inviertan su energía disponible en la superación de sus problemas intelectuales, sino en sobrellevar su situación emocional como se pueda. Se establece entonces el círculo vicioso: cada rechazo les trae más problemas emocionales que, a su vez, producen menos dedicación y más rechazo. La importancia de la postura emocional de los niños se podría documentar con la cantidad de niños que sufren problemas de aprendizaje, sin una lesión presente. A pesar de que el trastorno en la conducta emocional de estos niños se conoce desde el inicio de la investigación, no se ha hecho investigación sobre este tópico. Johnson y Myklebust en 1967 declararon que es necesario reconsiderar el proceso de aprendizaje en términos psicogénicos. Patrones básicos de motivación y un ajuste psíquico es requisito para un aprendizaje

normal. Según estos autores es necesario para un aprendizaje efectivo un sistema nervioso intacto, integridad de los procesos sensoriales y una integridad imocional-psiuica. La necesidad de explorar los factores emocionales involucrados en este síndrome es urgente. Voeller en 1986 y Denckla 1987 (este último citado por Hynd y Semrud-Clikeman, 1989) consideran que los trastornos de aprendizaje pueden reflejar un problema del hemisferio derecho marcado por desequilibrio emocional, la falta de percepción social y poca autoexigencia. Es cierto que la definición oficial descarta los problemas de aprendizaje que se originan por problemas emocionales; sin embargo, no hay forma de saber si los trastornos académicos son causantes del problema emocional o es al revés. Los dos problemas están fuertemente interrelacionados en este síndrome y es poco lógico ignorar manifestaciones que invariablemente están presentes en los niños que sufren de problemas de aprendizaje.

CONCLUSIONES

1.- Se confirmó la hipótesis de que la edad afecta a las medidas espectrales: se observó una disminución de la potencia absoluta con el aumento de la edad en todas las bandas. La potencia relativa aumentó con la edad en la banda alfa y disminuyó en las bandas delta y teta. Las coherencias aumentaron con el aumento de la edad en todas las bandas.

La edad tuvo una influencia diferente en el caso de los niños y de las niñas. Se observó un mayor efecto de la edad sobre la potencia absoluta de los niños: ellos tuvieron más actividad alfa y menos delta que las niñas, con pendientes mayores para las niñas.

Los sujetos con problemas de aprendizaje mostraron un patrón de maduración diferente que los niños control que se reflejó en las medidas de coherencia, manifestándose en forma lateralizada en las áreas temporales del hemisferio izquierdo, mientras que en los niños control la influencia de la edad se reflejó en las coherencias que involucraban el vértex. Se observó también mayor efecto de la edad en la región frontal de los niños que presentaban problemas de aprendizaje.

2.- Se comprobó también la suposición de que el sexo determina diferencias en los parámetros espectrales. Estas diferencias se limitaron al hemisferio derecho, donde los niños tuvieron valores de coherencia más bajos que las niñas, mientras que en el hemisferio izquierdo los valores eran parecidos.

3.- La hipótesis de que el riesgo de daño cerebral aumenta la actividad delta resultó ser falsa, ya que se observó un aumento de la potencia absoluta en todas las bandas, pero los valores de potencia relativa no reflejaban el efecto de los factores de riesgo.

4.- Las condiciones socioculturales desventajosas ejercieron una influencia sobre la potencia absoluta, en forma de aumento para los grupos con peor estatus socioeconómico en las regiones frontales de las bandas delta, teta y beta y se observó un aumento de la potencia relativa delta. Se comprobó nuestra hipótesis que las condiciones socioculturales desventajosas se relacionan con un aumento de la actividad lenta. Se debe mencionar que las medidas de potencia absoluta resultaron ser muy adecuadas para reflejar la influencia del nivel socioeconómico, ya que las medias del grupo con nivel socioeconómico B estaban entre las del nivel C y las del A.

5.- Resultó ser verdadera la hipótesis de que los problemas de aprendizaje se reflejan en las medidas espectrales ya que la peor ejecución (ped3) en la prueba de lectoescritura invariablemente se asoció con mayor potencia absoluta y relativa delta y menor alfa y valores de coherencias mayores en las bandas delta y teta. Además los parámetros espectrales permitieron distinguir entre los grupos con mayor y menor dificultad de leer y escribir ya que el grupo ped2 que tenía problemas de lectoescritura menos graves, se caracterizó por un aumento de los valores de potencia en la banda teta, mientras

que el grupo ped3 tenía un incremento de potencia en la banda delta.

6.- La hipótesis de que estos datos permitirán elucidar las causas de los problemas de aprendizaje se comprobó parcialmente. Observando la cantidad de diferencias entre niños control y con trastornos de aprendizaje, los datos sugieren algún tipo de lesión o disfunción para la población que cursa con problemas de lectoescritura. Así que uno de los factores que contribuye al desarrollo de este síndrome sin duda debe ser una afección del funcionamiento cerebral. Sin embargo, estos resultados también demostraron que los parámetros espectrales reflejan no solamente el efecto de las condiciones internas del cerebro, sino también el de los factores externos como condición sociocultural. Desgraciadamente, los problemas emocionales de los sujetos no se consideraban en esta tesis, debería ser tema de un estudio futuro para poder comprobar mi idea sobre los trastornos de aprendizaje. Sin embargo, los resultados obtenidos sugieren que los problemas de aprendizaje tienen origen multifactorial, por una parte una lesión o disfunción (anatómica o/y funcional que puede afectar tanto el lóbulo frontal, como áreas de lenguaje o procesos de activación hemisférica) causando un trastorno menor o mayor en la conducta, pero factores externos desventajosas deben coincidir. Sin estas desventajas socioculturales, psicológicas y emocionales la superación del problema sería factible.

PERSPECTIVAS

Este estudio como todos, tiene sus limitaciones. Al escoger una metodología, automáticamente se eliminan las otras posibilidades que también podrían ser provechosas para estudiar el tema.

Nuestras limitaciones técnicas residen en el hecho de que el equipo - que era uno de los mejores en el mercado al tiempo de empezar estudiar a estos niños - sólo permitió registrar 16 derivaciones. Después de unos años aparecieron en el mercado, como resultado del desarrollo técnico acelerado, los nuevos sistemas computacionales que pueden registrar 64 derivaciones y permiten el cálculo de los generadores cerebrales y la estimación de los cambios pequeños en los estados de conciencia. Entre las limitaciones metodológicas, podríamos mencionar el hecho de que estos estudios se hicieron con los sujetos en descanso, con los ojos cerrados. Incluir otros estados, como por ejemplo, registro con ojos abiertos o durante la solución de tareas, nos hubiera permitido calcular más parámetros (reactividad o cambios de estados mentales). Sin embargo, se debe poner límites a un trabajo y futura investigación hará lo que aquí faltaba.

En cuanto a los planes futuros, quiero realizar por lo menos dos estudios que ayudarían a aclarar algunas dudas que este trabajo dejó sobre la naturaleza de los problemas de aprendizaje:

a) un estudio longitudinal que está destinado a aclarar dudas tanto sobre la maduración de los parámetros espectrales del EEG, como dudas sobre el desarrollo de este síndrome, y b) calcular

el efecto de los factores emocionales: la ansiedad y el estrés mantenidos y la motivación sobre los valores espectrales. El hecho de que el EEG refleja no solamente el efecto de factores internos (maduracionales o los determinados por el sexo), sino también de externos (socioculturales), sugiere que las emociones podrían determinar diferencias en el registro electroencefalográfico y los resultados podrían apoyar o desmentir mi proposición según la cual las emociones juegan un papel crucial en el desarrollo de este síndrome.

Además, falta el último paso de toda investigación: vincular los resultados obtenidos con la práctica clínica cotidiana, que se realiza dando cursos y escribiendo libros de texto y artículos de divulgación para uso clínico.

ANEXO 1. DIFERENCIAS HEMISFERICAS SEGUN EL SEXO EN LA BANDA DELTA

HEMISFERIO DERECHO			HEMISFERIO IZQUIERDO		
DERIV	NIÑOS	NIÑAS	DERIV	NIÑOS	NIÑAS
C4-F8	.1716	.2414	C3-F7	.2278	.2957
C4-T4	.3816	.5135	C3-T3	.4303	.5465
P4-T4	.3446	.4666	P3-T3	.3904	.4779
O2-T6	.5436	.7078	O1-T5	.5429	.6607
T6-T4	.2446	.4122	T5-T3	.3265	.4215
F4-Cz	.3586	.4376	F3-Cz	.3307	.4248
T4-Cz	.2019	.2665	T3-Cz	.2429	.2540

ANEXO 2. DIFERENCIAS HEMISFERICAS SEGUN EL SEXO EN LA BANDA TETA

HEMISFERIO DERECHO			HEMISFERIO IZQUIERDO		
DERIV	NIÑOS	NIÑAS	DERIV	NIÑOS	NIÑAS
C4-T4	.3891	.5586	C3-T3	.4832	.5512
C4-P4	.5978	.8165	C3-P3	.7082	.7488
C4-F4	.6032	.7018	C3-F3	.5246	.7509
C4-F8	.2084	.3059	C3-F7	.2773	.3095
C4-O2	.1662	.2475	C3-O1	.2889	.2462
C4-Cz	.6540	.8323	C3-Cz	.6366	.7312
P4-T4	.3493	.5331	P3-T3	.4606	.4966
P4-F4	.2202	.2964	P3-F3	.2586	.2722
P4-F8	.1230	.1905	P3-F7	.1982	.1561
O2-T6	.5186	.6786	O1-T5	.5481	.6140
O2-T4	.1284	.2302	O1-T3	.2167	.2117
T6-T4	.2577	.4688	T5-T3	.4376	.3915
T6-F8	.1180	.1759	T5-F7	.2033	.1683
F4-T4	.3114	.4278	F3-T3	.3787	.4219
F4-Cz	.3819	.5072	F3-Cz	.3869	.4840
F8-Cz	.1572	.2031	F7-Cz	.1877	.1837

ANEXO 3. DIFERENCIAS HEMISFERICAS SEGUN EL SEXO EN LA BANDA ALFA

HEMISFERIO DERECHO			HEMISFERIO IZQUIERDO		
DERIV	NIÑOS	NIÑAS	DERIV	NIÑOS	NIÑAS
C4-P4	.4988	.6856	C3-P3	.6184	.6564
C4-Cz	.4720	.6810	C3-Cz	.6015	.6905
P4-T4	.4238	.5801	P3-T3	.5522	.5655
O2-T6	.5761	.7866	O1-T5	.6658	.6911
T6-F8	.1854	.2435	T5-F7	.2723	.2037
T6-T4	.3084	.4523	T5-T3	.4618	.3866
F4-Cz	.5050	.6104	F3-Cz	.6087	.6231

ANEXO 4. DIFERENCIAS HEMISFERICAS SEGUN EL SEXO EN LA BANDA BETA

HEMISFERIO DERECHO			HEMISFERIO IZQUIERDO		
DERIV	NIÑOS	NIÑAS	DERIV	NIÑOS	NIÑAS
C4-P4	.4204	.6067	C3-P3	.4898	.6016
C4-O2	.1321	.1766	C3-O1	.1997	.1995
C4-T6	.1351	.1973	C3-T5	.2321	.2207
C4-F8	.2390	.3435	C3-F7	.3344	.3675
C4-T4	.2418	.3821	C3-T3	.3655	.4218
P4-T4	.2990	.4164	P3-T3	.4089	.4082
O2-T6	.4712	.6199	O1-T5	.4991	.5592
T6-T4	.2216	.3923	T5-T3	.3991	.3492

REFERENCIAS

Ahn, H., Pritchep, L., John, E.R., Baird, H., Trepetin, M., Kaye, H. (1980) Developmental equations reflect brain dysfunctions. *Nature*, 210:1259-1262.

Alvarez, A., Valdés, P., Pascual, R. (1987) EEG developmental equations confirmed for Cuban schoolchildren. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 47:330-332.

Arnold, A.P. (1980) Sexual differences in the brain *Am. Sci* 68:165-173.

Ayoub, D.M.; Greenough, W.T. y Juraska J.M. (1983) Sex differences in dendritic structure in the preoptic area of the juvenile macaque monkey brain. *Science*, 219:197-198.

Bakan, P.; Dibb, G.; Reed, P. (1973) Handedness and birth stress. *Neuropsychologia*, 11, 363-366.

Bakker, D.J. (1983) Hemispheric specialization and specific reading retardation. en *Developmental Neuropsychiatry* (ed) Michael Putter. The Guilford Press, New York.

Basar, E. (1980) *EEG Brain Dynamics. Relation between EEG and Brain Evoked Potential*. Elsevier North-Holland Biomedical Press. pg.67.

Beaumont, J.G.; Mayes, A.R.; Rugg, M.D. (1978) Asymmetry in EEG alpha coherences and power: Effects of task and sex. *EEG and Clinical Electroencephalography*, 45:393-401.

Berlung, G.; Rabo, E. (1974) A long-term follow-up investigation of patients with hypertrophic pyloric stenosis, with special reference to the physical and mental development. *Acta Paediatrica Scandinavica*, 62:125-129.

Bradley, R.; Caldwell, B. (1976) The relations of infant's home environments to mental test performance at 54 months: a follow-up study. *Child Development*, 47: 1172-1174.

Buchsbaum, M.; Wender, P. (1973) Averaged evoked responses in normal and minimally brain dysfunctioned children treated with amphetamine. *Archives of General Psychiatry*, 29, 764-770.

Buffery, A.; Gray, J. (1972) Sex differences in the development of spatial and linguistic skills en *Gender Differences, their Ontogeny and Significance*. C. Outsted and D. Taylor (eds) pg.123-158. Edingburgh:Churchill Livingstone.

Cohen, J.; Breslin, P.W. (1984) Visual evoked responses in dyslexic children. *Ann. N.Y. Acad Sci.* 425:338-343.

Cosí-Cabrera, M.; Herrera, P.; Malvido, M. (1989) Correlation between EEG and Cognitive Abilities: sex differences. *International Journal of Neuroscience*, 45:133-141.

Courchesne, E. (1989) Comparison of neurophysiological and neuroanatomical indices of human postnatal brain development. En *Brain and Behavioral Development: Biosocial Dimensions*. (eds) Gibson, Konner y Petersen. Aldine Press, Hawthorne, N.Y.

Cravioto, J.; Arrieta, R. (1983) Malnutrition in childhood. En *Developmental Neuropsychiatry*. (ed) Rutter. Guilford Press, London.

Cravioto, J.; DeLicardie, E.R. (1970) Mental performance in school-age children: Findings after recovery from early severe malnutrition. *American Journal of Diseases in Children*, 120, 404-410.

Demeter, S., Ringo, J., Doty, R.W. (1985) Sexual dimorphism in the human corpus callosum. *Soc. Neurosci. Abstr.* 11, 868.

Denenberg, V.H. (1980) General systems theory, brain organization and early experiences. *American Journal of Physiology*, 238, 237-269.

Denckla, M.B. (1985) Revised physical and neurological examination for subtle signs. *Psychopharmacology Bulletin*, 21, 773-800.

Devor, M.; Schneider, G.E. (1975) Neuroanatomical Plasticity: The Principle of Conservation of Total Axonal Arborization. *INSERM* 43:191-200.

Diamond, M.C.; Dowling, R.I.; Woodward, I. (1981) Morphological cerebral cortical asymmetry in male and female rats. *Experimental Neurology*, 71:261-268.

Díaz de León, A.E.; Harmony, T.; Marosi, E.; Becker, J.; Landazzurri, A.M.; Bañuelos, E. (1985) EEG frequency analysis in academic underachievers. *EEG and Clinical Neurophysiology*. 61, S130.

Díaz de León, A.E.; Harmony, T.; Marosi, E.; Becker, J.; Alvarez, A. (1988) Effect of different factors on EEG Spectral parameters. *International Journal of Neuroscience*, 43:123-141.

DSM-III Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (1983) Masson S.A.

Dobbing, J.; Kersley, J.B. (1963) The vulnerability of the developing brain. *Journal of Physiology*, 166, 34-52.

Duckrow, R.B.; Spencer, S.S. (1992) Regional coherence and the transfer of ictal activity during seizure onset in the medial temporal lobe. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 82:415-422.

Duffy, F.H.; Denckla, M.B.; Batels, P.H.; Sandini, G.; Keissling, L. (1980) Dyslexia: automated diagnosis by computerized classification of brain electric activity. *Annals of Neurology*, 7:421-428.

Edwards, R.M.; Squires, N.K.; Buchwald, J.S.; Tanguay, P.E. (1983) Central transmission time differences in the auditory brainstem response as a function of sex, age and ear of stimulation, *International Journal of Neuroscience*, 18:59-66

Eeg-Olofsson, O. (1980) Longitudinal developmental course of electrical activity of brain. *Brain Development*, 2:23-44.

Engel, R. (1965) Maturational changes and abnormalities in the newborn electroencephalogram. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 7:498-506.

Fairweather, H. (1982) Sex differences: little reason for females to play midfield. in *Divided Visual Field Studies of Cerebral Organization* (ed) Beaumont, Academic Press, N.Y.

Fein, G.; Raz, J.; Brown, F.F.; Merrin, E.L. (1988) Common reference coherence data are confounded by power and phase effects. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 69:581-584.

Fernández Bouzas, A.; Malacara, F.; Ramirez, H.; Harmony, T.; Becker, J.; Marosi, E.; Rodriguez, M.; Reyes, A. (1991a) Computer tomography in children with electrophysiological abnormalities. *Intern. J. Neuroscience*, 56. 247-253.

Fernández Bouzas, A.; Perez-Montemayor, D.; Harmony, T.; Marosi, E.; Becker, J.; Rodriguez, M.; Reyes, A.; Fernandez, T. (1991b) EEG and skeletal development in children with different psychosocial characteristics. *International Journal of Neuroscience*, 58:105-111.

Flor-Henry, P. (1978) Gender, hemispheric specialization and psychopathology. *Society, Science and Medicine*, 12B:155-162.

Flor-Henry, P. (1980) Discussion to Sex differences in human brain asymmetry. *The Behavioral and Brain Sciences*, 3:215-263.

Fuller, P.W. (1977) Computer estimated alpha attenuation during problem solving in children with learning disabilities, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 42, 149-166.

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

Galaburda, A.M.; Eidelberg, P. (1982) Symmetry and asymmetry in the human posterior thalamus. II Thalamic lesions in a case of developmental dyslexia. *Archives of Neurology*, 39, 333-336.

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

Gasser, T.; Bacher, P.; Mocks, J. (1982) Transformation toward the normal distribution of broad band spectral parameters of the EEG. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 53:119-124.

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

Gasser, T.; Verleger, R.; Bacher, P.; Sroka, L. (1988) Development of the EEG of school-age children and adolescents I. Analysis of band power. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 69: 91-99.

Geschwind, N.; Galaburda, A.M. (1985) Cerebral lateralization: Biological mechanism, associations and pathology: I A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, 42, 428-459.

Geschwind, N.; Levitsky, W. (1968) Human brain: Left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*, 161:186-187

Goldman-Rakic, P.S. (1987) Development of cortical circuitry and cognitive function. *Child Development*, 58, 601-622.

Goldman-Rakic, P.S. (1984) Modular organization of prefrontal cortex. *Trends in NeuroSciences*, 7(11):419-429.

Gordon, H. (1989) Hemisphericity and its validity for education, vocation and cognitive style. *International Journal of Neuroscience*, 47:47-55.

Gorski, R.A.; Gordon, J.H.; Shryne, J.E.; Southam, A.M. (1978) Evidence for a morphological sex difference within the medial preoptic area of the rat brain. *Brain Research*, 148:333-346.

Gross-Glenn, K.; Rothenberg, S. (1984) Evidence for Deficit in Interhemispheric Transfer of Information in Dyslexic Boys. *International Journal of Neuroscience*, 24:23-25.

Gur, R.C.; Gur, R.E.; Obrist, W.D.; Hungerbuhler, J.P.; Younkin, D.; Rosen, A.D.; Skolnick, B.E.; Reivich, M. (1982) Sex and handedness differences in cerebral blood flows during rest and cognitive activity. *Science*, 217:659-661.

Harmony, T. (1984) *Neurometric Assessment of Brain Dysfunction in Neurological Patients*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale N.Y.:363-369.

Harmony, T.; Alvarez, A.; Pascual, R.; Ramos, A.; Marosi, E.; Diaz de León, A.E.; Valdés, P.; Becker, J. (1988) EEG maturation in children with different economic and psychosocial

characteristics. *International Journal of Neuroscience*, 41: 103-113.

Harmony, T.; Marosi, E.; Diaz de León, A.E.; Becker, J.; Fernández, T. (1990) Analysis of electroencefalographic maturations. En *Machinery of Mind* (ed) E.Roy John, publ. Birkhauser.

Harmony, T.; Marosi, E.; Diaz de León, A.E.; Becker, J.; Fernandez, T. (1990a) Effect of sex, psychosocial disadvantages and biological risk factors on EEG maturation. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 75:482-491.

Harmony, T. (1989) Psychophysiological Evaluation of Children's Neuropsychological Disorders. en *Handbook of Clinical Neuropsychology* (ed) Reynolds and Fletcher-Janzen. Plenum Publishing Corporation. Cap.15:265-290.

Harmony, T.; Marosi, E.; Diaz de León, A.E.; Becker, J.; Fernandez, T. (1991) Factores de riesgo biológicos y socioculturales que afectan la maduración del EEG en el niño. En *Neurobiología del Desarrollo* (ed) M.Salas. SMCF/UNAM.

Haslam, R.H.; Dalby, J.T.; Johns, R.D.; Rademaker, A.W. (1981) Cerebral asymmetry in developmental dyslexia. *Archives of Neurology*, 38, 679-682.

Harshman, R.A.; Hampson, E.; Berenbaum, S.A. (1983) Individual differences in cognitive abilities and brain organization. Part I. Sex and handedness differences in ability. *Canadian Journal of Psychology*, 37:144-192.

Hinojosa, G.; Rocha, C. (1985) Evaluación de la lectura en niños de primaria. Coloquio Interno de la Investigación, ENEP Iztacala.

Huttenlocker, P.R. (1979) Synaptic density in human frontal cortex: Developmental changes and effects of aging. *Brain Research*, 163, 195-205.

Hynd, G.W.; Semrud-Clikeman, M. (1989) Dyslexia and Brain Morphology. *Psychological Bulletin*, 106(3), 447-482.

Jernigan, T.L.; Trauner, D.A.; Hesselink, J.R.; Tallal, P.A. (1991) Maturation of human cerebrum observed "in vivo" during adolescence. 114(5), 2037-2049.

John, E.R. (1990) Principles of Neurometrics. *American Journal of EEG Technology*, 30:251-266.

John, E.R.; Pritchep, L.; Ahn, H.; Easto, P., Fridman, J., Kaye, H. (1983) Neurometric evaluation of cognitive dysfunctions and neurological disorders in children. *Prograss in Neurobiology*, 21, 239-290.

John, E.R., Ahn, H., Pritchep, L., Trepetin, M., Brown, D., Kaye, H. (1980) Developmental equations for the EEG. *Science*, 210: 1255-1258.

John, E.R.; Pritchep, L.; Harmony, T.; Alvarez, A.; Pascual, R.; Ramos, A.; Marosi, E.; Díaz de León, A.E.; Valdés, P.; Becker, J. (1990) Neurometric and behavioral studies of normal and at risk children in several different countries. en *Perspectives on Dyslexia* (ed) Pavlidis, G. Publ. John Wiley and Sons.

Johnson, D.J.; Myklebust, H.R. (1967) *Learning Disabilities. En Educational Principles and Practices.* New York. Grune and Stratton.

Kelly, A.M.; Trevathen, C. (1985) Functional lateralization of the brain in dyslexic children. *Archives of Neurology*, 42:428-459.

Kelly, M.S.; Best, C.T.; Kirk, U. (1989) Cognitive processing deficits in reading disabilities: a prefrontal cortical hypothesis. *Brain and Cognition*, 11:275-293.

Kershner, J.R.; Morton L.L. (1990) Directed attention dichotic listening in reading disabled children: A test of four models of maladaptive lateralization. *Neuropsychologia* 28(2): 181-198.

Kimura, D. (1987) Are men's and women's brains really different? *Canadian Psychology*, 28(2):133-147.

Kinsbourne, M. (1973) The ontogeny of cerebral dominance. *Annals of New York Academy of Sciences* 263, 244-250.

Kinsbourne, M. (1974) The development of cerebral dominance en *Hemispheric Disconnection and Cerebral Function* (eds) Kinsbourne and Smith cap.12: 399-417.

Kinsbourne, M. (1980) A model for the ontogeny of cerebral organization in nonrighthanders: A longitudinal study. En J. Herron (ed) *The Sinistral Mind.* New York, Academic Press.

Kirk, S.A.; Bateman, B. (1962) Diagnosis and remediation of learning disabilities. *Exceptional Children*, 29:73-89.

LaBerge, D.; Buchsbaum, M.S. (1990) Positron emission tomographic measurements of pulvinar activity during an attention task. *The Journal of Neuroscience*, 10(2): 613-619.

Lacoste, M C., Holloway, R.L., Woodward, J. (1986) Sex differences in the fetal human corpus callosum. *Human Neurobiology*, 5, 93-96.

Leisman, G.; Ashkenazy, M. (1980) Aetiological factors in dyslexia. *Neuroscience*, 11:157-167.

Levy, J.; Trevarthen, C.; Sperry, R.W. (1972) Perception with hemispheric deconnection. *Brain*, 95:61-78.

Levy, J.; Trevarthen, C. (1976) Metacontrol of hemispheric function in human split-brain patients. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2: 299-312.

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

Lopes da Silva, F. (1987) Dynamics of EEGs as signals of neuronal populations: Models and theoretical consideration. En *EEG: Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields* (eds) Niedermeyer y Lopes da Silva. Publ. Urban and Schwarzenberg. pg 15-29.

Luria, A.R. (1980) Higher cortical functions in man. New York: Basic Books.

Majovski, L.V. (1989) Higher Cortical Functions in Children: A Developmental Perspective, cap.3 en *Handbook of Clinical Child Neuropsychology* (eds) Reynolds y Fletcher, Plenum Press. Cap.3.

Marosi, E. (1981) Posibilidades de electrodiagnóstico en la hiperquinesia. Tesis de Licenciatura, Facultad de Psicología.

Marosi, E. (1987) Potenciales evocados auditivos del tallo cerebral en niños con trastornos en el aprendizaje. Tesis de Maestría, Facultad de Psicología.

Matousek, M., Petersen, I. (1973) Frequency analysis of the EEG in normal children and in normal adolescents. En *Automation of Clinical EEG* (eds) Kellaway and Petersen. Raven Press, N.Y.: 75-102.

McGlone, J. (1980) Sex differences in human brain asymmetry: a critical survey. *Behavioral Brain Science*, 3, 215-263.

Mesulam, M.M. (1990) Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. *Annals of neurology*, 28, 597-613.

Mesulam, M.M. (1985) Patterns in behavioral neuroanatomy: association areas, the limbic system, and hemispheric specialization. En *Principles of Behavioral Neurology*. (ed) Mesulam, Philadelphia: F.A. Davis. pg:1-70.

Milner, B. (1974) Sparing of language function after early unilateral brain damage. *Neurosciences Research Program Bulletin*, 12, 213-217.

Moeschler, J.B.; Bennett, F.C.; Cromwell, L.P. (1981) Use of the CT scan in the medical evaluation of the mentally retarded child. *The Journal of Pediatrics*, 98, 63-65.

- Montagu, J.D. (1975) The hyperkinetic child: a behavioral, electrodermal and EEG investigation. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 17:299-305.
- Morrison, J.R.; Stewart, M.A. (1971) A family study of the hyperactive child syndrome. *Biological Psychiatry*, 3:189-195.
- Myklebust, H.R. (1967) *Progress in Learning Disabilities*. (ed) Myklebust, Grune and Stratton
- Nowakowski, R.S. (1987) Basic Concepts of CNS Development. *Child Development*, 58: 568-595.
- Nuñez, P.L. (1981) *Electric Fields of the Brain: the Neurophysics of EEG*. Oxford University Press, N.Y.
- Orton, S. (1937) *Reading, Writing and Speech Problems in Children*. New York: W. W. Norton.
- Petersen, I.; Eeg-Olofsson, O. (1971) The development of the EEG in normal children from age 1 through 15 years. Nonparoxysmal activity. *Neuropediatric*, 2:247-304.
- Potter, S.M., Graves, R.E. (1988) Is interhemispheric transfer related to handedness and gender? *Neuropsychologia*, 26(2), 319-325.
- Price, B.H.; Daffner, K.P.; Stowe, R.N.; Mesulam, M.M. (1990) The comportmental learning disabilities of early frontal lobe damage. *Brain*, 113:1383-1393.
- Ratcliffe, S.G. (1979) *Speech and Learning Disorders in Children with Sex Chromosome Abnormalities in Sex Chromosome Aneuploidy: Perspective Studies in Children*. (ed) Robinson, Alan Liss, New York.
- Rebert, C.S.; Wexler, B.N.; Sproul, A. (1978) EEG assymetry in educationally handicapped children. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 45:436-442.
- Ross, D.M.; Ross, S.A. (1976) *Hyperactivity: Research, Theory and Action*. ed. John Wiley and Sons. Publ. John Wiley.
- Robinson, D.S.; Sourkes, T.L.; Nies, A., Harris, L.S.; Spector, S., Bartlett, D.L.; Kaye, I.S. (1977) Monoamine metabolism in human brain. *Archives of General Psychiatry*. 34:89-92.
- Rourke, B.P. (1990) Learning disability subtypes: A neuropsychological perspective. en *Perspectives on Dyslexia*. Vol.1. Cap.2.:27-44. ed. Pavlidis, John Wiley and Sons.
- SAS/ Stat Guide for Personal Computers. Version 6. SAS Institute Incorporation.

Schmid, R.G.; Sadowsky, R.; Weinmann, H.M.; Tirsch, W.S.; Poppl, S.J. (1985) Z-transformed EEG power spectra of children with Down syndrome vs control group. *Neuropediatrics*, 16:218-224.

Schmid, R.G.; Tirsch, W.S.; Rappelsberger, P.; Weinmann, H.M.; Poppl, S.J. (1992) Comparative coherence studies in healthy volunteers and Down's syndrome patients from childhood to adult age. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 83, 112-123.

Shearer, D.E.; Cohn, N.B.; Dustman, R.E.; LaMarche, J.A. (1984) Electrophysiological Correlates of Gender Differences: a review. *Am J. EEG Techn.* 24:95-107.

Sklar, B.; Hanley, J.; Simmons, W.W. (1973) A computer analysis of EEG spectra signatures from normal and dyslexic children. *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 20:20-26.

Smith, S.D.; Pennington, B.F.; Kimberling, W.J.; Ing, P.S. (1990) Genetic linkage analysis with specific dyslexia: Use of multiple markers to include and exclude possible loci. in *Perspectives on Dyslexia, Vol.1. Cap.4.:77-89.* (ed) Pavlidis, John Wiley and Sons.

Steriade, M., Gloor, P., Llinás, R.R., Lopes da Silva, F.M., Mesulam, M.M. (1990) Basic mechanism of cerebral rhythmic activities. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 76:481-508.

Stewart, M.A.C.; DeBois, S.; Cummings, C. (1980) Psychiatric Disorder in the Parents of Hyperactive Boys and Those with Conduct Disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 21:283-292.

Stuss, D.T.; Benson, D.F. (1984) Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*, 95:3-28.

Swanson, H.L.; Cochran, D.F. (1991) Learning disabilities, distinctive encoding and hemispheric resources. *Brain and Language*, 40:202-230.

Thatcher, R.W., Krause, P.J., Hrybyk, M. (1986) Cortico-cortical associations and EEG coherence: A two compartmental model. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 64:123-143.

Thatcher, R.W.; Walker, R.A. (1985) EEG coherence and intelligence in children. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 61: S161.

Thatcher, R.W.; Walker, R.A.; Guidice, S. (1987) Human cerebral hemispheric development at different rates and ages. *Science*, 236:1110-1113.

Thompson, P.; Harmon, D.; Yu, J. (1984) Detour Problem Solving Behavior in Rats with Early Lesions to the "General Learning System". *Physiological Psychology*, 12(3): 193-203.

Thompson, J.; Ross, R.; Horwitz, S. (1980) The role of computed axial tomography in the study of the child with minimal brain dysfunction. *Journal of Learning Disabilities*, 13, 48-51.

Valdés, P.; Biscay, R.; Pascual, R.; Jiménez, J.C.; Alvarez, A. (1985) A quantitative description of the developmental neurometric parameters. Neuroscience Branch Technical Report No. Nc-003. National Research Center of Cuba, Havana.

Voeller, K.K. (1986) Right hemisphere deficit syndrome in children. *American Journal of Psychiatry*, 143, 1004-1009.

Weiss, G.; Minde, K.; Werry, J.S.; Douglas, V.; Nemeth, E. (1971) Studies on the hyperactive children: VIII. Five-year follow up. *Archives of General Psychiatry*, 24, 409-414.

Wender, P.H. (1971) *Minimal brain dysfunction in children*. Wiley Interscience N.Y.

Yakovlev, P.I.; Lecours, A.R. (1967) The myelogenetic cycles of regional maturation of the brain en *Regional Development of the Brain in Early Life* (ed) Minkowski publ. Oxford: Blackwell Scientific, pg. 3-70.

Yeni-Komshian, G.H.; Benson, D.A. (1976) Anatomical study of cerebral asymmetry in the temporal lobe of humans, chimpanzees and rhesus monkeys. *Science*, 192, 387-389.