

Estudio longitudinal de los potenciales evocados visuales en niños con diferente evaluación en una prueba de lectoescritura

Jacqueline Becker*
Jorge Bernal*
Thalía Harmony*
Erzsebet Marosi*
Mario Rodríguez*
Alfonso Reyes*

Summary

Longitudinal studies of visual evoked responses (VERs) in children are scarce. In a previous study we observed differences in EEG maturation in children with different academic performance (Harmony et al. 1990). For this reason we considered important to analyze the behavior of VERs in a longitudinal study taking into consideration the pedagogical evaluation. Forty children with normal pediatric, neurological and psychological examinations were studied. Three groups were formed according to the results of a pedagogical evaluation: 1) Good: performance adequate for age and degree. 2) Regular: performance below level with minor difficulties, and 3) Poor: performance below level with severe difficulties. VERs were recorded in C3, C4, P3, P4, O1, O2, T5, T6 vs A1A2. A diffuse screen illumination (flash) and a checkerboard pattern were used as stimuli. In each VER, power was calculated at four different intervals. Correlation coefficients (R) between left and right homologous VERs were also computed. Two different recordings were made at an interval of 2.5 years. The comparison between recordings showed different results according to groups. Groups 1 and 3 showed a decrement in VER power according to age. Children with a regular evaluation showed no power changes, suggesting a failure of brain maturation. In all children R values increased during the second recording.

Comparisons between groups were assessed for each recording. It was surprising to find that the differences between groups were not the same in the first and second recording. During the first recording, children with a good evaluation were characterized by higher power than children with a regular evaluation in T5 to flash, and less power than children with a poor evaluation in occipital areas in the checkerboard pattern. R values in central leads were higher in group 1 than in group 2, and in group 2 they were higher than in group 3. In the second study power in C3, C4 and O2 was higher in the regular group than in group 3. This fact may be explained taking into consideration that power values did not change from the first to the second recording in group 2. In both stimuli, R values between occipital leads were higher in children with regular evaluation than in children with poor evaluation. We may conclude that power and R are very sensitive measures for the evaluation of brain maturation, and that age affected in a different way the VERs in each group.

* Proyecto de Neurociencias, ENEP-UNAM Iztacala, apartado 314, Tlalnepantla, Estado de México, México.

Resumen

Se estudiaron los potenciales evocados visuales (PEVs) en 40 niños. Se dividieron en tres grupos de acuerdo a los resultados de una prueba de evaluación de la lectoescritura: con evaluación buena, regular y mala. En cada niño se efectuaron dos registros con un intervalo de 2.5 años con el objeto de conocer el comportamiento de las respuestas evocadas en cada grupo a lo largo del tiempo. En cada registro se utilizaron ocho derivaciones monopolares: C3, C4, P3, P4, O1, O2, T5 y T6 vs A1A2; y dos tipos diferentes de estímulos: la iluminación de una terminal de computadora y la presentación de un patrón en forma de tablero de ajedrez. Se obtuvieron los PEVs promedio a 100 estímulos, con un tiempo de análisis de 512 msec. En cada PEV se calculó la potencia en 4 intervalos: 0-52, 52-100, 100-252 y 252-512 msec, y el coeficiente de correlación entre los potenciales de áreas homólogas izquierdas y derechas para los mismos intervalos. La comparación entre el primero y el segundo registro se hizo por medio de la *t* de Student apareada. Tanto en los niños con evaluación buena como en los niños con evaluación mala, se observa una disminución de la potencia de los PEVs, lo cual se interpretó como un signo de maduración. En los niños con evaluación regular la ausencia de cambios en la potencia entre el primero y el segundo registro se consideró como falla en la maduración cerebral. Los valores de los coeficientes de correlación se incrementaron en todos los grupos en el segundo registro, lo cual sugiere que valores más altos de este coeficiente están relacionados con la maduración cerebral. La comparación entre grupos se hizo mediante ANOVAs tanto para el primero como para el segundo registro. Lo más sobresaliente fue que las variables que diferenciaron a los grupos fueron distintas en cada registro, indicando esto que las diferencias se presentan en función de la edad. En el primer registro los niños con evaluación buena se caracterizaron por tener mayor potencia en el PEV de la región temporal izquierda, que los niños con evaluación regular y mala; lo que se interpretó como una falla en el área del procesamiento del lenguaje en estos últimos dos grupos. En el segundo registro los niños con evaluación regular tuvieron mayor potencia de los PEVs en comparación con los niños con evaluación buena en derivaciones centrales, y mayor potencia que los niños con evaluación mala en áreas occipitales. Esto se explicó en base a que en los niños con evaluación regular no se había observado una disminución de la potencia, mientras que en los niños con evaluación buena y mala habían existido decrementos. En ambos registros los coeficientes de correlación de los PEVs fueron mayores para el grupo con buena evaluación y

menores para el grupo con evaluación mala, indicando que este coeficiente mantiene una relación estrecha con un buen funcionamiento cerebral.

Introducción

Hinojosa y Rocha en 1985 (8) desarrollaron una prueba de lectoescritura que fue aplicada a escolares con y sin dificultades en el aprendizaje. El resultado final de esta prueba clasificaba a los niños en tres grupos: 1) Evaluación buena: niños con conocimientos de acuerdo a su edad y grado escolar; 2) Evaluación regular: niños con algunas dificultades que podían vencer sin ayuda especializada, y 3) Evaluación mala: niños con dificultades severas que ameritaban educación especial. Estos grupos presentaron características particulares de sus potenciales evocados visuales (PEVs) que permitieron efectuar una adecuada clasificación (1). Los principales hallazgos de Bernal y col. (1) se encontraron en regiones parietales y en temporales posteriores. Los niños con mayor dificultad en el aprendizaje de la lectoescritura tuvieron valores inferiores de potencia o energía (4) en las regiones parietales, lo cual coincidía con reportes previos (2, 9). En regiones temporales posteriores se observó un claro patrón de distribución de los valores de potencia de acuerdo al grado de dificultad del aprendizaje. Una buena evaluación en la prueba de lectoescritura coincidió con mayor potencia en el potencial evocado temporal izquierdo y con menor potencia en el potencial evocado temporal derecho. Una relación inversa de los valores de potencia en el PEV temporal posterior izquierdo y derecho se observó en el grupo con evaluación mala, lo cual se consideró un signo de alteraciones del procesamiento del lenguaje, al igual que el observado por Dawson y col. (3) en niños disfásicos utilizando estímulos verbales.

Con estos antecedentes decidimos hacer un estudio de seguimiento de los PEVs en niños pertenecientes a los tres grupos de evaluación pedagógica con el fin de conocer el comportamiento de estas respuestas a lo largo del tiempo.

En el trabajo al cual se hace referencia, así como en el que a continuación se presenta, se escogieron como parámetros para el estudio de los PEVs la potencia y el coeficiente de correlación entre respuestas de áreas homólogas. Ambas variables son de fácil medición y pueden obtenerse en todos los sujetos. Esto no ocurre cuando se seleccionan parámetros como la amplitud y la latencia de las ondas de los potenciales, pues en el caso de los PEVs existe una gran variabilidad en la forma de las respuestas. Sin embargo, estos últimos son los parámetros más ampliamente utilizados en la literatura, por ser aparentemente los más sencillos. El hecho de que no exista correspondencia exacta entre los parámetros derivados de las ondas y los valores de potencia hace difícil la comparación de nuestros resultados con los existentes en la literatura; y explica el número reducido de referencias en este artículo. A ello se agrega el que sean muy escasos los

TABLA 1

Evaluación Pedagógica	Edad	Intervalo
Buena n = 13	1er. estudio 9.62 ± 1.52	2.54 ± 0.72
	2o. estudio 12.17 ± 1.38	
Regular n = 14	1er. estudio 8.67 ± 0.95	2.52 ± 0.80
	2o. estudio 11.19 ± 1.01	
Mala n = 13	1er. estudio 9.08 ± 1.03	2.56 ± 0.97
	2o. estudio 11.64 ± 1.34	

estudios de seguimiento evolutivo utilizando parámetros electrofisiológicos.

Material y métodos

Se estudiaron en total 40 niños (23 del sexo femenino y 17 del masculino). Fueron clasificados en tres grupos de acuerdo a la evaluación pedagógica. En la Tabla 1 se muestran los valores medios de edad por grupo y estudio, así como el valor medio del intervalo entre el primero y el segundo estudio.

La prueba de lectoescritura se aplicó en el mismo mes que el primer registro de los PEVs. Esta prueba consta de 5 tareas: lectura oral, comprensión de la lectura, dictado, copia y redacción. Está diseñada de tal manera que se incrementa gradualmente la complejidad en cada categoría. De acuerdo a la evaluación de la ejecución de la prueba el niño fue asignado a una de tres categorías: buena, regular y mala. En los dos primeros grupos ningún niño había repetido un grado escolar.

Los niños fueron examinados por un grupo de especialistas, resultando normales desde el punto de vista pediátrico, neurológico y psicológico (WISC).

Registro: Los niños estaban despiertos, sentados en un sillón reclinable, dentro de un cuarto en penumbra sin aislamiento acústico. Los PEVs se registraron en C3, C4, P3, P4, O1, O2, T5 y T6, utilizando como referencia los lóbulos de las orejas cortocircuitados (Sistema Internacional 10/20). El electro-oculograma se registró entre la región superciliar y el canto externo del ojo derecho con el objetivo de rechazar aquellas respuestas con apreciable movimiento ocular. El ancho de banda de los amplificadores se situó entre 0.5 y 30 Hz. Se calculó el potencial evocado promedio a 100 estímulos, almacenándose en discos flexibles para su análisis posterior. Se utilizó un tiempo de análisis de 512 mseg. con 128 puntos muestreados cada 4 mseg.

Los estímulos visuales se presentaron por medio de una terminal blanco y negra con un intervalo interestímulo aleatorio entre 600 y 1000 mseg. Se emplearon dos tipos diferentes de estímulos: la iluminación difusa de la pantalla (flash) y un patrón en forma de tablero de ajedrez en el que cada cuadrado formaba un ángulo

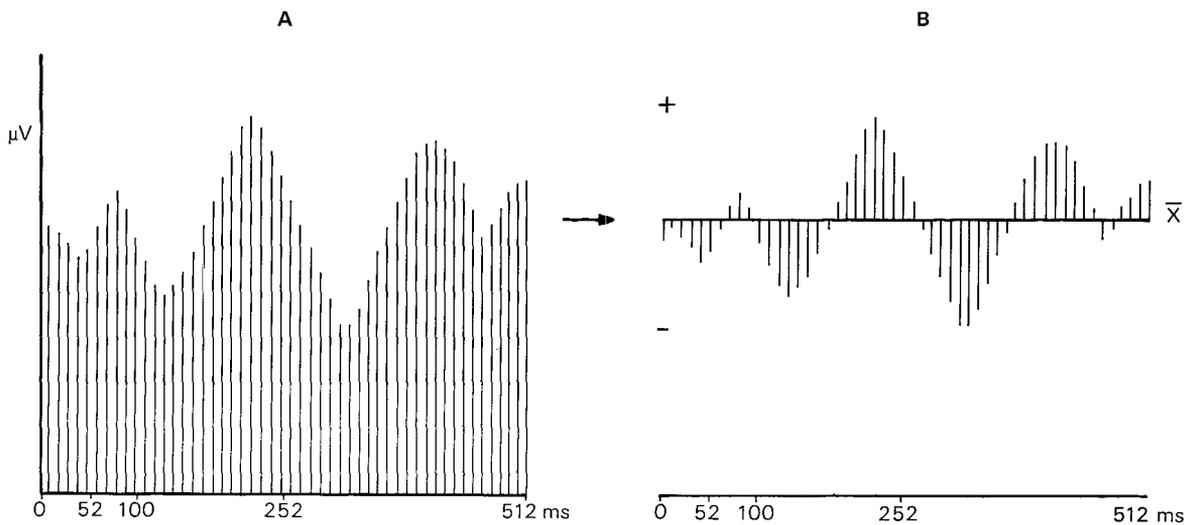


FIGURA 1. En A se pueden observar los valores de amplitud en microvolts para cada punto muestreado del potencial evocado durante un tiempo de análisis de 512 msec, como se obtienen directamente en la computadora. En B se ilustra cómo se vuelven a calcular estos valores de amplitud tomando como línea isopotencial el promedio de los valores obtenidos en A (el valor original -valor promedio). En esta condición los valores de los distintos puntos pueden ser ya negativos o positivos en relación a la línea isopotencial. Para el cálculo de la potencia se elevaron al cuadrado estos valores de amplitud y se sumaron en los distintos intervalos, marcados en el eje de las abscisas.

lo de 10' de arco. El registro se hizo mediante un sistema MEDICID-03.

En ambos registros las condiciones experimentales fueron iguales.

Análisis de los PEVs: Todas las respuestas evocadas promedio fueron recalculadas ajustando la línea isopotencial al valor promedio. La potencia o energía fue calculada como la suma de los valores de amplitud al cuadrado para los cuatro intervalos siguientes: 0-52,

52-100, 100-252 y 252-512 msec. (Ver Figura 1). Se calculó también el coeficiente de correlación entre los potenciales de las parejas homólogas izquierdas y derechas, centrales, parietales, occipitales y temporales, como un índice de la simetría de la forma de las respuestas (4).

Análisis estadístico: Con el objetivo de que los valores se aproximaran a una distribución gaussiana, se transformaron los valores de potencia al logaritmo natural y los valores de correlación (r) a los valores z de Fisher (z de Fisher = $0.5 \ln[(1+r)/(1-r)]$). Se compararon los valores del primer estudio con los del segundo estudio por medio de una prueba de t apareada. Las diferencias entre grupos fueron evaluadas por medio de ANOVAs y las comparaciones entre medias por el método de Tukey.

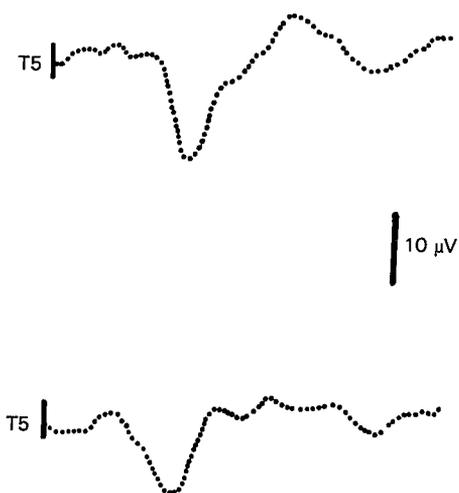


FIGURA 2. En esta figura se muestran los PEVs en T5 registrados en el 1er. estudio (arriba) y en el segundo estudio (abajo) en una niña del grupo de evaluación "buena". La calibración es igual a 10 microvolts.

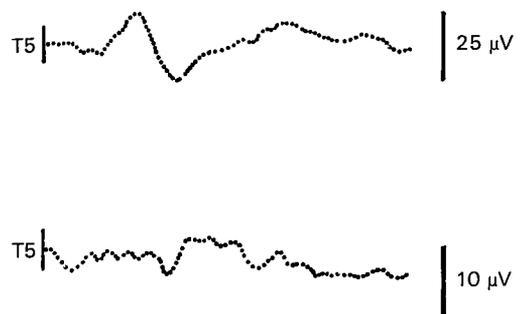


FIGURA 3. PEVs en T5 de una niña con una evaluación buena (arriba) en donde la calibración es de 25 microvolts y en una niña con evaluación mala (abajo) en donde la calibración es de 10 microvolts. Obsérvense las diferencias en potencia.

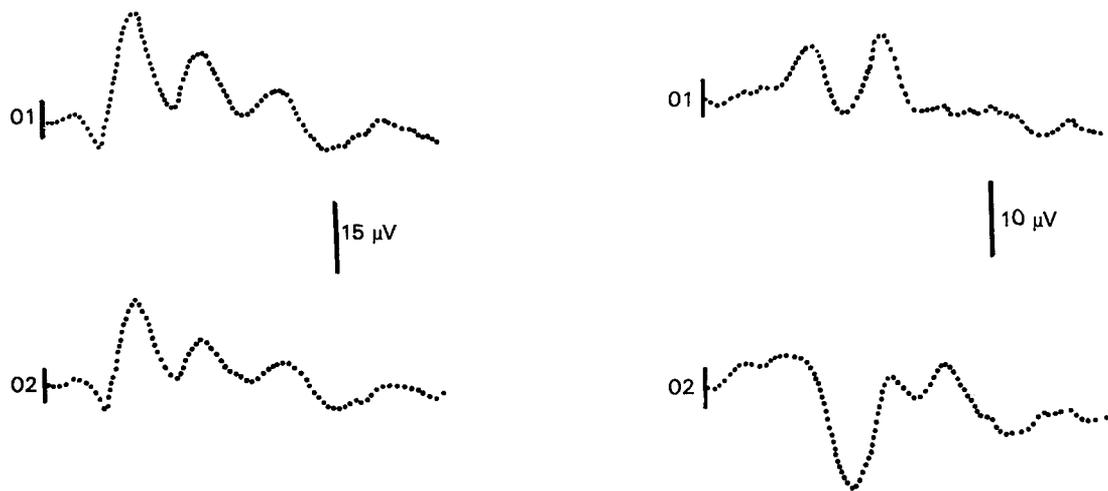


FIGURA 4. PEVs en regiones occipitales izquierda y derecha en un niño con evaluación buena (izquierda) y en niño con evaluación mala (derecha). Obsérvese la gran simetría de las respuestas en el niño con evaluación buena A y la asimetría en el niño con evaluación mala.

Resultados

Comparación del segundo con el primer estudio

Grupo "evaluación buena": solamente se observaron diferencias significativas con el estímulo en forma de tablero de ajedrez. La energía disminuyó en el segundo estudio en las regiones centrales izquierdas y derechas, y en temporal derecha ($p < 0.05$); más significativamente en la región temporal izquierda en los intervalos de 100-252 y de 252-512 mseg ($p < 0.004$). Como puede observarse en la figura 2. La correlación para el intervalo de 0-52 mseg se elevó en el segundo estudio en regiones centrales ($p < 0.05$) cuando se estimuló con flash y entre regiones temporales ($p < 0.03$) en las respuestas a la estimulación con el patrón.

Grupo "evaluación regular": en el segundo estudio los valores de correlación entre las derivaciones occipitales cuando se estimuló con flash, fueron significativamente mayores ($p < 0.01$). No se observó variación en los valores de potencia entre el primero y el segundo estudio.

Grupo "evaluación mala": los valores de potencia fueron menores en el segundo estudio en derivaciones occipitales ($p < 0.007$) y temporales ($p < 0.04$) derechas en los PEVs a la estimulación con flash, y en derivación central izquierda ($p < 0.001$), occipitales izquierda ($p < 0.01$) y derecha ($p < 0.006$) y temporal izquierda ($p < 0.001$), con la estimulación con el tablero de ajedrez. La correlación en el intervalo de 0-52 mseg en el segundo estudio fue mayor en las regiones temporales ($p < 0.006$).

Comparación entre grupos: las diferencias significativas ($p < 0.05$) observadas fueron:

Primer estudio: el grupo con evaluación buena tuvo mayor potencia en el intervalo de 100-252 mseg en derivación temporal izquierda que el grupo con evaluación regular, cuando se usó el flash como estímulo (figura 3). A su vez el grupo con evaluación mala tuvo mayor potencia

de 100-252 mseg en la región occipital derecha que el grupo con evaluación buena con el estímulo en forma de tablero de ajedrez. El coeficiente de correlación entre las derivaciones occipitales de 0-52 mseg fue mayor en la evaluación buena que en la regular. El coeficiente de correlación entre 52-100 mseg entre derivaciones temporales fue mayor en la evaluación regular que en la mala cuando se estimuló con flash. Los coeficientes de correlación de 0-52 y 52-100 mseg entre derivaciones centrales, fueron mayores en la evaluación buena que en la regular; y en la regular que en la mala con la estimulación por el patrón.

Segundo estudio: Para ambos estímulos el coeficiente de correlación entre derivaciones occipitales de 252-512 mseg fue mayor en la evaluación regular que en la mala (Figura 4). También para ambos estímulos la potencia en la derivación occipital derecha de 0-52 mseg fue mayor en la evaluación regular que en la mala. La estimulación con el patrón produjo PEVs con potencia mayor de 252-512 mseg. en la región central izquierda y central derecha en el grupo de evaluación regular que en el de evaluación buena.

Discusión

Llama la atención en la comparación de los parámetros de potencia entre el primer y el segundo estudio que existieran diferencias significativas solamente en los grupos con evaluación buena y mala. Estas diferencias eran en el sentido de una reducción en los valores de potencia con el incremento de la edad, lo cual está de acuerdo con observaciones previas (6). Sin embargo, en el grupo con evaluación regular no se observaron cambios. Esto no puede deberse ni a la edad de los sujetos, ni al intervalo entre ambos estudios, pues como puede observarse en la Tabla 1 los tres grupos tenían edades similares y el intervalo fue el mismo. La única explicación que cabe a este hallazgo

es que, en este período de observación no hubiera existido maduración de los PEVs en el grupo de evaluación regular. En un trabajo (7) en el que se analizaron los parámetros espectrales del EEG en estos niños, se describió que el grupo con evaluación regular se caracterizaba por mayor cantidad de actividad theta difusa que se interpretó como un retardo en la maduración del EEG de estos niños. En cambio, el grupo con evaluación mala se distinguió por tener focos de ondas lentas fronto-temporales izquierdos en el EEG; lo que se interpretó como un signo de lesión en esas áreas. Parece ser que el retardo en la maduración afectó también a los PEVs en el grupo con evaluación regular, por cuanto la potencia no sufrió modificación en el período de dos años. Sin embargo, en los niños con una evaluación mala, la presencia de un foco de lesión no impide la maduración de los PEVs.

En cuanto a la comparación por grupos no se observaron las mismas diferencias en el primero que en el segundo, lo cual indica que dichas diferencias son en función de la edad. En el primer estudio, como era de esperarse, por ser los grupos actuales subconjuntos de los grupos estudiados previamente, algunas de las variables que identificaron diferencias significativas, pertenecían al conjunto de variables que habían sido consideradas como muy significativas anteriormente (1). Entre ellas, hay que señalar que la potencia de

los PEVs del área temporal izquierda fue mayor en el grupo con evaluación buena, que en los restantes grupos. Esto, tal como mencionamos en la introducción, se había interpretado como una disfunción en el área del procesamiento del lenguaje en estos últimos.

En el segundo estudio, el hecho de que el grupo con evaluación regular tuviera mayor potencia que el grupo con evaluación buena en regiones centrales, con la estimulación al patrón; puede deberse a que si bien, la potencia disminuyó del primer al segundo estudio en el grupo con evaluación buena, indicando una adecuada maduración; en el grupo con evaluación regular esto no sucedió. Igual explicación se daría para una mayor potencia en región occipital derecha en los niños con evaluación regular que en los niños con una evaluación mala.

En cuanto a las diferencias observadas en los coeficientes de correlación, los resultados sugieren que un mayor coeficiente de correlación se relaciona con una mejor evaluación pedagógica; y por otra parte indican también una mayor maduración. En cuanto a las comparaciones entre el primero y el segundo estudio se observaron incrementos de los coeficientes de correlación en los tres grupos. Estos resultados coinciden con lo observado en las lesiones cerebrales y su recuperación por Harmony (5).

REFERENCIAS

1. BERNAL J, HARMONY T, MAROSI E, BECKER J, REYES A, RODRIGUEZ M, HINOJOSA G, ROCHA C: Correlation between visual evoked responses and an educational evaluation. (En prensa).
2. CONNERS C K: Cortical visual evoked response in children with learning disorders. *Psychophysiology*, 7:418-428, 1971.
3. DAWSON G, FINLEY C, PHILLIPS L, LEWY A: A comparison of hemispheric asymmetries in speech-related potentials of autistic and dysphasic children. *Brain and Language*, 37:26-41, 1989.
4. HARMONY T, RICARDO J, OTERO G, FERNANDEZ G, VALDEZ P: Symetry of the visual evoked potentials in normal subjects. *Electroenceph clin Neurophysiol*, 35:237-240, 1973.
5. HARMONY T: *Neurometric Assessment of Brain Dysfunction in Neurological Patients*. Lawrence Erlbaum, Nueva Jersey, 1984.
6. HARMONY T: Psychophysiological evaluation of children's neuropsychological disorders. En CR Reynolds, E Fletcher-Janzen (eds). *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. Plenum Press, Nueva York, 1989.
7. HARMONY T, HINOJOSA G, MAROSI E, BECKER J, FERNANDEZ-HARMONY T, RODRIGUEZ M, REYES A, ROCHA C: Correlation between EEG spectral parameters and an educational evaluation. *Intern J Neuroscience*, 54:147-156, 1990.
8. HINOJOSA G, ROCHA C: Evaluación de lectura y escritura en niños de primaria. V Coloquio Interno de Investigación ENEP-Iztacala, 1985.
9. PRESTON M S, GUTHRIE J T, CHILDS B: Visual evoked responses in normal and disabled readers. *Psychophysiology*, 11:452-457, 1974.