



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
" IZTACALA "**



U.N.A.M. C.E.F.E.S.  
IZTACALA

**ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DE  
LOS POTENCIALES EVOCADOS VISUALES EN  
NIÑOS CON DIFERENTE EVALUACION  
PEDAGOGICA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN NEUROCIENCIAS  
P R E S E N T A :  
ALFONSO REYES OLIVERA**

**DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. THALIA HARMONY BAILLET**

**LOS REYES IZTACALA. EDO. DE MEXICO**

**1992**



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

A la memoria de mi hermano ABRAHAM,  
por algo que pudo ser y no fue

A la mujer más linda y buena; mi MAMA

Con todo mi cariño a una mujer maravillosa  
BETTY PAVON

**MI AGRADECIMIENTO MAS PROFUNDO PARA**

La Dra. THALIA HARMONY por su comprensión e invaluable ayuda como mi asesora de tesis, pero sobre todo por su maravillosa personalidad.

Mis sinodales; Dra. Gloria Otero, Dr. Víctor Manuel Alcaráz, M. en C. Erzsebet Marosi y M. en C. Mario Rodríguez por su comprensión y ayuda en la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros del laboratorio de Neurometría, pero en particular a mis grandes amigos: Thalita, Mario y Jorge que siempre han estado cerca de mi.

Al equipo de Natación: Master Morelos, pero de manera muy especial al grupo "Silvestre" porque por su forma de ser he aprendido a valorar el sentido más puro de la amistad.

## I N D I C E

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
Potenciales Relacionados a Eventos.....	3
Potenciales Evocados Visuales.....	4
Estímulos de Luz Difusa (flash).....	4
Estímulos Estructurados.....	6
Morfología de los PEVs a Patrón.....	7
Cambios con la Edad y el Sexo.....	8
Variabilidad de los PEVs.....	11
Trastornos de Aprendizaje (T.A.).....	12
Identificación.....	14
Incidencia en México.....	14
Implicaciones y Causas de los T.A.....	15
Trastornos de Aprendizaje y Potenciales Relacionados a Eventos.....	17
Componentes Principales.....	19
OBJETIVOS.....	23
METODOLOGIA.....	24
Evaluación Pedagógica.....	24
Sujetos.....	25
Registro de los Potenciales Evocados Visuales....	27
Análisis de Registros.....	29
RESULTADOS.....	31
DISCUSION.....	51
APENDICE.....	55
BIBLIOGRAFIA.....	72

## RESUMEN

Esta tesis tiene como objetivo explicar el efecto simultáneo de la edad, el sexo y la evaluación pedagógica, así como sus interacciones sobre los Potenciales Evocados Visuales (PEVs) utilizando el Análisis de Componentes Principales (ACP). Se estudiaron 89 niños entre 6.65 y 13.5 años de edad, 45 de sexo femenino. Todos los niños tuvieron una evaluación neurológica normal y un coeficiente intelectual normal (WISC). Se aplicó un estudio de evaluación pedagógica de la lecto escritura, clasificándose en tres grupos: 1) con conocimientos de acuerdo a su edad y grado escolar, 2) con ligeras dificultades en el aprendizaje y 3) con mayores deficiencias en el aprendizaje. Se hizo el registro monopolar de los PEVs en C3, C4, P3, P4, T5, T6, O1 y O2 tomando A1 y A2 cortocircuitados como referencia. Los PEVs se obtuvieron por dos tipos de estímulos: luz difusa y un patrón en forma de tablero de ajedrez. Se hizo el ACP para los PEVs a cada estímulo por derivación y se tomaron en consideración en general de 5 a 7 componentes principales que explicaron más del 80 % de la varianza. Para cada uno de los componentes se hizo un análisis de regresión múltiple, regresión simple y ANOVAs utilizando como variables dependientes los coeficientes de los CP para cada niño y como variables independientes la edad, el sexo y la evaluación pedagógica así como sus interacciones. Fue posible identificar componentes específicos tanto en los PEVs al flash como al patrón que se modificaron selectivamente para la edad, otras para el sexo y en menor grado para la evaluación pedagógica. Sin embargo, el efecto más notorio fue el de la interacción entre la edad y el

grupo pedagógico, destacándose dos componentes de formas diferentes que se identificaron en varias derivaciones y en los PEVs a ambos estímulos, que mantuvieron una relación diferente con la edad dependiendo del grupo pedagógico. Este hallazgo sugiere que los niños con problemas en la lecto escritura tienen una maduración anormal de los PEVs.

## **INTRODUCCION**

### **Potenciales Relacionados a Eventos**

Los Potenciales Relacionados a Eventos (PRE) son oscilaciones eléctricas del SNC como respuesta a la estimulación sensorial, reconociéndose como gráficas del voltaje en función del tiempo.

Las oscilaciones de los PRE pueden dividirse en tres tipos dependiendo de la latencia en que se presenten después de haber ocurrido el estímulo. Se dividen en a) componentes tempranos que se encuentran entre 1.5 y 10 ms después del estímulo y corresponden a las aferencias de las vías sensoriales, b) componentes de latencia media entre 50 y 200 ms, que reflejan la llegada de información aferente a la corteza específica sensitiva y no sensitiva y c) componentes de latencia larga entre 200 y 500 ms, que corresponden a procesos cognoscitivos complejos (Harmony, 1984).

Los PRE individuales tienen generalmente poca amplitud y se pueden enmascarar parcial o totalmente por el EEG, por lo que se hace necesario repetir el estímulo "n" veces y promediar las respuestas evocadas. Este procedimiento reduce la señal de fondo (EEG), puesto que ésta es una señal variable y asincrónica, mientras que la respuesta evocada tiene una relación de tiempo y fase con el estímulo y no varía considerablemente.

Los PRE se obtienen regularmente por estimulación auditiva, visual o estimulando eléctricamente nervios periféricos. Dependiendo de la modalidad sensorial involucrada podemos obtener Potenciales Evocados Auditivos (PEA), Potenciales Evocados Visuales (PEV) y Potenciales Evocados Somatosensoriales (PESS).

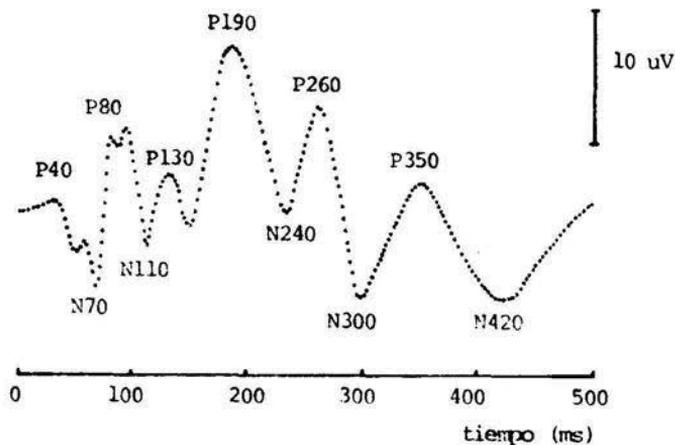
Una desventaja en el estudio de los PRE es que las latencias de sus componentes difieren como función de numerosas variables, aunque esta dificultad se puede reducir considerando rangos de latencia y no latencias puntuales, además de mantener las condiciones experimentales similares en todos los registros.

#### **Potenciales Evocados Visuales**

Las respuestas cerebrales ante estimulación visual son los Potenciales Evocados Visuales (PEVs) y son distintas dependiendo del tipo y magnitud del estímulo, modo de presentación, parámetros de estimulación como forma, tamaño y frecuencia, etc.. La estimulación puede ser muy variada dependiendo del tipo de fenómeno o estructura que se estudie, algunas formas de estimulación son: iluminación difusa, iluminación focal, estimulación estructurada como la presentación de patrones, inversión de patrones, cambios en la luminosidad o modulación de ésta, color, matiz, localización del campo visual, frecuencia, estímulos en movimiento, estímulos que llevan alguna información como letras, números, figuras, palabras, etc.

#### **Estímulos de luz difusa (flash)**

Las formas "típicas" de los PEVs pueden verse en la figura 1, aunque sus componentes deben considerarse con reserva, pues tienen variabilidad dependiente de las características del estímulo. Esta figura representa PEVs normales a flash en un adulto normal, despierto en reposo. Los componentes no necesariamente tienen su mayor amplitud como se ilustran en el esquema, el componente P130 es miogénico, mientras que los demás son neurogénicos (Adaptado de Allison et al, 1977).



*Figura 1: Registro típico de un PEV en un adulto normal en reposo ante un destello luminoso (flash). El registro se tomó en la región media occipital (Oz). La amplitud de calibración es aproximada. (Tomado de Goff et al., 1978).*

Los componentes registrados en el cuero cabelludo que inician con P40 y alcanzan hasta P130, que presumiblemente se originan en regiones de la corteza visual se pueden registrar en regiones posteriores. El complejo N240-N420 es más claro en la región occipital (Cobb y Dawson, 1960).

Harden (1982), en un estudio con niños encontró un componente negativo entre 55 y 70 ms muy consistente, que tomó como parámetro de distinción entre los PEVs normales y anormales. Este componente lo registró en las regiones Oz y parieto-temporales (aunque a veces con mayor latencia). También encontraron una onda positiva entre 40-45 ms y menos frecuentemente un componente negativo en 30 ms. El componente P100 fue mucho más variable que el negativo 55-70 ms.

### **Estímulos estructurados**

Un tipo de estímulo estructurado, que se conoce como patrón, es la presentación de una pantalla a manera de tablero de ajedrez, (checkboard).

Los PEVs a patrón son una herramienta muy útil en el estudio electrofisiológico del hombre. Existen evidencias claras que los PEVs a patrón pueden detectar alteraciones ocultas y aportar información cuantitativa que el mejor clínico no obtiene (Sokol, 1990b). Aunque los datos de los PEVs son raramente diagnósticos, se puede, por manipulaciones cuidadosas de los parámetros de estimulación y sitio de registro, diseccionar electrofisiológicamente el sistema visual en varios puntos a lo largo de la vía (Bodis-Wollner et al., 1990).

La principal aplicación clínica de los PEVs a patrón es la evaluación de los pacientes pediátricos pre-verbales. Muchas de las técnicas tradicionales que evalúan a los infantes y niños no aportan información cuantitativa de cómo "ven" los pacientes. Por ejemplo, la retinoscopia, es una técnica para medir el error de refracción del paciente, nos da los datos para una corrección óptica necesaria para la visión clara, pero si se empleara junto con los PEVs a patrón, sería posible determinar si la agudeza visual es mejor con la corrección óptica propuesta (Sokol, 1990b). Los PEVs a patrón, junto con el electroretinograma (ERG), pueden determinar el lugar de una patología en infantes con ceguera (Sokol, 1990a).

### Morfología de los PEVs a Patrón

El PEV a patrón (checkboard) tiene una forma más simple que la del "flash", tiene la peculiaridad de que la latencia de la onda P100 es similar en todos los sujetos y es sensible a las variaciones de la agudeza visual. Por lo tanto, los PEVs a patrón también son muy útiles en la valoración de las patologías del nervio óptico. La onda P100 se origina de dipolos en diferentes regiones de la corteza visual, dependiendo del campo visual estimulado (figura 2). Esta figura representa un PEV a patrón en un adulto normal, registrado en Oz. Existen variaciones de la

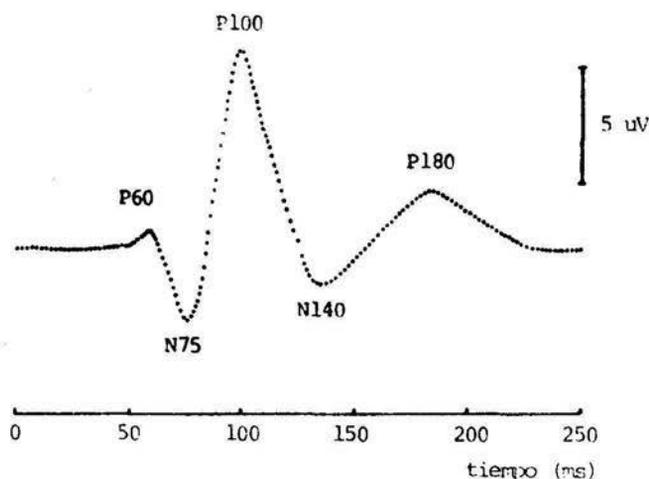


Figura 2: Representación esquemática de un PEV a estimulación con patrón invertido en un adulto normal. El registro se tomó de la derivación Oz. La amplitud de calibración es aproximada (Tomado de Goff et al., 1978).

forma con respecto a la edad. Las latencias de los picos (tomadas de 18 adultos normales de entre 18 y 42 años de edad) son; P60,  $58.2 \pm 3.2$ ; N75,  $75.0 \pm 5.2$ ; P100,  $104 \pm 4.4$ ; N140,  $140 \pm 9.6$  y P180,  $179 \pm 33$ .

#### **Cambios con la edad y el sexo**

Los PEVs pueden registrarse desde edades tempranas, incluso en infantes prematuros (Hrbek et al., 1973), donde las respuestas se registran en las regiones occipitales y se extienden gradualmente durante los primeros meses de vida. A su vez, se ha encontrado que en los niños se presenta actividad lenta y de mayor amplitud, sin embargo, se ha encontrado enorme variabilidad en cada grupo de edad.

Schanel-Klitsch y Siegfried (1987) registraron PEVs a flash con un rango amplio de frecuencias (1-1000 Hz) en infantes y adultos. Con filtros digitales extrajeron las frecuencias altas (40-200 Hz). Encontraron diferencias en el desarrollo entre las frecuencias altas y los potenciales de onda lenta. Primero, las ondas lentas se presentan en el nacimiento, mientras que las altas frecuencias no aparecen sino hasta por lo menos los 4 meses de edad. Segundo, la latencia de la onda P100 decrece hacia la adultez. Tercero, la amplitud de las ondas lentas aumenta en función directa de la intensidad del estímulo en todos los grupos de edad, mientras que en las frecuencias altas solo se incrementa en infantes y niños. Los autores proponen que las diferencias se deben a la actividad de diferentes sustratos neuronales. La presencia de actividad de mayor frecuencia refleja la maduración del sistema visual, particularmente la mácula y la corteza

visual.

Dustman, et al., (1969) en un estudio con 215 personas entre uno y 81 años de edad, encontraron siete ondas en los primeros 250 ms en todos los grupos de edad. Observaron un incremento en la amplitud de los PEVs de 5-6 años, seguido de un decremento de la misma a los 13-14. Después de los 15 años no hubo diferencias significativas en la amplitud total. Aunque en los grupos más avanzados de edad ( $X = 62.8$  años), la amplitud aumentó en los componentes tempranos y disminuyó en los tardíos. Los componentes tempranos (previos a 100 ms) fueron más tardíos en sujetos de mayor edad ( $X = 67$  años). Los primeros tres componentes fueron más grandes en amplitud y latencia en los grupos de mayor edad, que a su vez, son muy parecidos a los individuos más jóvenes ( $X = 3$  años). Las ondas tardías (posteriores a 100 ms) mostraron mayores latencias para el grupo de 3 años. Para los niños de 5-8 años se observó mayor amplitud en las ondas tardías. La correlación entre áreas homólogas intraindividuo fue muy alta en todas las edades, pero la comparación no homóloga (central con occipital) izquierda y derecha mostraron mayor correlación directa con la edad. La correlación de forma de onda occipital y central fue casi nula en niños, pero se incrementó en grupos de mayor edad. Al comparar la homogeneidad de los PEVs por grupos de edad, considerando la relación de fase y forma de onda intragrupo, se encontró que hay mayor homogeneidad (más correlación) en los grupos de menor edad. Todos los componentes de los PEVs se presentan a los 2 meses (Ferris et al., 1967), aunque esos cambios en amplitud y latencia continúan de la infancia hasta los años formativos. Debe notarse

que los cambios de amplitud de los PEVs se estabilizan a los 15-16 años, justamente cuando emerge el nivel mental adulto (Dustman et al., 1969).

Spekreijse et al., (1977) encontraron que en infantes de 2 meses de edad los PEVs a patrón se caracterizaban por una onda positiva de 190 ms, la cual permanecía prominente hasta los 6 meses de edad, pero reducía su latencia a 100 ms. A la edad de 4 meses aparecía una onda negativa a los 200 ms. El efecto de la edad en los PEVs a patrón no revela diferencias en la amplitud, sino que la primera onda más negativa y la primera más positiva tienen un retraso significativo con la edad (Celesia y Daly, 1977, tomado de Harmony, 1984).

Estudiando los PEVs a patrón y a flash, en un grupo de niños normales y otro con problemas de aprendizaje, con edades entre 7 y 13 años, encontraron que la edad se encontraba en relación inversa con los valores de amplitud obtenidos en las derivaciones occipital y posterotemporal izquierda a ambos tipos de estímulo en el grupo control, es decir, en estas derivaciones los niños de más edad mostraron valores de amplitud más pequeños (Bernal, 1989).

Se han realizado pocas investigaciones de los PEVs con respecto al sexo. En un estudio con PEVs se han encontrado mayores amplitudes y menores latencias de los diferentes componentes en las mujeres que en los hombres durante la adolescencia y la adultez (Buchsbaum et al., 1974). Durante la infancia, los PEVs de niños son mayores que los de las niñas (Dustman et al., 1977, tomado de Harmony, 1984).

Snyder y col. (1981) encontraron una disminución de la amplitud

de los PEVs a inversión de patrón, entre la niñez y la adolescencia, con efectos más evidentes en las mujeres. Después de la adolescencia, y aún en la vejez, no encontraron modificaciones significativas.

La Marche y col. (1986) encontraron que las amplitudes de las ondas P50-N70, N70-P100 y P100-N150 fueron significativamente mayores para las mujeres que para los hombres. También encontraron que las amplitudes de N70-P100 y P100-N150 fueron significativamente mayores en las mujeres de mayor edad que en las jóvenes, no siendo así en el caso de los hombres.

De manera general, se puede pensar que los PEVs a estímulos con patrón presentan amplitudes mayores en las mujeres que en los hombres antes de la edad adulta, después de la cual ya no hay diferencias significativas (Landázuri, 1991).

#### **Variabilidad de los PEVs**

Los PEVs a flash han mostrado mayor dificultad para su análisis, debido a que los parámetros de normalidad son muy variados. En estudios con niños normales, no solo la nomenclatura es muy confusa (Harden, 1982), sino también el empleo de técnicas y condiciones diversas de los sujetos dificultan la homogeneidad en la identificación de los componentes (Dustman, 1969; Blom, 1980). El componente positivo del PEV a flash parece menos útil como indicador de normalidad en bebés de 3 meses de edad y según Harden (1982), los componentes precedentes son más útiles. En particular, según este autor, la onda negativa de 55 a 70 ms es la más consistente y fácil de reconocer del PEV a flash, su ausencia, aún con la presencia de los componentes posteriores

parece estar invariablemente asociada con una pérdida marcada de la función de la vía y/o corteza visual.

Los PEVs a estímulos con patrón son más estables y presentan menos variabilidad interindividual que los PEVs a flash. El componente más característico del PEV a patrón es la onda P100.

### **Trastornos de Aprendizaje (TA)**

El término trastornos del aprendizaje es relativamente nuevo. Fue propuesto por Samuel Kirk en 1963 y se acuñó para individuos de inteligencia normal con buena salud física y emocional, instrucción adecuada y motivación suficiente que presentaban algunas dificultades académicas.

Existen muchas teorías sobre el origen y posibles causas de los TA que han ocasionado que no exista una definición aceptada universalmente, sin embargo, las características de los TA más frecuentemente utilizadas en la literatura (Cousins y Duhl, 1983) incluyen lo siguiente:

- 1) Existe una incapacidad para mantener la atención sostenida.
- 2) Se presenta baja autoestima.
- 3) Presentan bajo aprovechamiento académico.

Los individuos con desventaja en el aprendizaje son personas saludables con coeficientes intelectuales promedio o superiores (aunque en la evaluación del coeficiente intelectual (CI) hay diferencias entre las habilidades verbales y ejecutivas). Estas personas no pueden identificarse por signos neurológicos como parálisis, daño tisular o química sanguínea anormal. Más bien, tales individuos se caracterizan por dificultades en la realización de ciertas tareas que involucran la lectura, la

escritura, el cálculo y la orientación espacial.

Los TA son alteraciones multifactoriales y uno de estos factores no es totalmente determinante en todos los individuos. Se dice, que de 100 niños con TA se pueden encontrar de 30 a 40 perfiles diferentes. Los TA pueden tomar muchas formas dependiendo si las alteraciones son en la recepción de la información, en el procesamiento o en la emisión de la respuesta (Silver, 1978). Los problemas genéticos desconocidos y factores prenatales, perinatales y postnatales, asociados con el medio ambiente en el que se desarrolla el individuo son determinantes en los TA. Los TA tienden a agruparse en familias, no es poco común, por ejemplo, encontrar alteraciones visuo-motoras en tres generaciones de una familia. En la dislexia, que es un trastorno específico de la lecto escritura, se ha reportado que los individuos presentan anomalías en el cromosoma 15 (Galaburda, 1979).

Muchas investigaciones en este campo han encontrado como factor común en las poblaciones con TA dificultades al dirigir y mantener la atención (Pihl, 1979). Los TA también se han asociado con ciertas alteraciones emocionales. La baja autoestima, por ejemplo, se ha observado comúnmente en la clínica y en la literatura. Los niños disléxicos de familias que tiene alguna información de este padecimiento, parecen tener mayor autoestima que los niños disléxicos de familias no informadas (Rosenthal, 1973). La falta de madurez y los problemas emocionales son factores comunes en los TA. Algunos estudios han indicado que solamente el 4 % de los niños con TA referidos para tratamiento tuvieron un ajuste emocional promedio o mayor (Pihl, 1979).

Otras características citadas en la literatura incluyen problemas en la coordinación, movimientos irregulares de los ojos (Elterman, 1980), dificultades en la memoria a corto plazo (Weber, 1975), algunos procesos cognoscitivos y alteraciones lingüísticas (Newcomer, 1977).

### **Identificación**

En la escuela es muy importante considerar algunos parámetros que nos ayuden a identificar niños con TA, como los siguientes:

- a) El individuo no rinde como se espera en una o algunas de las áreas de aprendizaje.
- b) Presenta bajo rendimiento académico y al parecer no responde adecuadamente a la enseñanza en el salón de clases.
- c) El estudiante al parecer no manifiesta como posibles causas del problema académico las alteraciones emocionales primarias, alteraciones físicas, dificultades sensoriales tales como audición o visión pobres, retardo mental, desventajas culturales y económicas.
- d) Al aplicar pruebas diagnósticas utilizando medidas estandarizadas de inteligencia y capacidades cognoscitivas, el alumno responde normalmente de acuerdo a su edad y grado escolar.

### **Incidencia en México**

De acuerdo a los datos obtenidos de la Dirección General de Educación Especial de la Secretaría de Educación Pública (SEP) existen del 2 al 4 % de personas con Dificultades de Aprendizaje en México.

Para la SEP el aprendizaje lo definen como el proceso que determina una modificación adaptativa del comportamiento del niño, por

lo que se pueden distinguir dos tipos generales de problemas de aprendizaje.

1. Aquellos que aparecen en la propia escuela como resultado de la aplicación de métodos inadecuados o de procedimientos convencionales del cálculo o lecto-escritura que pueden no corresponder al nivel de las nociones básicas que los alumnos han adquirido en su experiencia cotidiana.

2. Aquellos que se originan en alteraciones orgánicas y/o de desarrollo que intervienen en los procesos de aprendizaje.

La experiencia de la Dirección General de Educación Especial en esta área indica que, cuando se trata de la adquisición inicial del cálculo elemental y la lecto escritura, las dificultades son de los dos tipos, y cuando se trata de conocimientos más avanzados, tanto del cálculo como de la lecto escritura, los problemas de aprendizaje pertenecen en la mayoría de los casos, al segundo tipo.

Esto explica que la Dirección General de Educación Especial distinga a los niños con dificultades en el primer año de la escuela regular de aquellos que presentan dificultades entre segundo y sexto años.

Los niños con problemas de aprendizaje atendidos en el ciclo escolar 1983-1984 fueron 88 466, que corresponden al 65.2% del total de niños que demandaron atención especial en ese periodo (Dirección General de Educación Especial, 1985)

#### **Implicaciones y Causas de los TA**

Se ha encontrado que muchos delincuentes juveniles tienen TA. La experiencia clínica y las investigaciones genéticas han demostra-

do que en los TA existe un fuerte componente genético. Aunque la incidencia es mayor en hombres, los TA no parecen ser específicos de raza o clase socioeconómica. La presencia de TA se ha correlacionado con el uso de medicamentos en etapas prenatales y con poblaciones de zonas urbanas.

Los TA son más frecuentes en hombres que en mujeres. Algunos dicen que la relación hombres a mujeres es de 6 y/u 8 a 1 (Minskoff, 1973), otros que la ocurrencia es de 3 a 10 veces mayor en hombres que en mujeres (Carter, 1970).

En un estudio realizado en Gran Bretaña en 1975, se encontró que la incidencia de TA fue mayor en hombres que en mujeres en una proporción de 3.5 a 1. También encontraron mayor incidencia en áreas urbanas. Encontraron un retardo específico en la lectura aproximado de 10% en escolares de Londres y solamente del 4% en zonas rurales. Este estudio concluye que los factores medioambientales son fundamentales en los trastornos de la lectura (Berger et al. 1975).

Algunos piensan que el aumento en los TA se deben, en parte, a la administración de drogas en las mujeres embarazadas. Un estudio de 50 000 niños demostró que los medicamentos obstétricos ocasionaban efectos a largo plazo en los niños de madres medicadas. Los niños que presentaron defectos más pronunciados en las funciones cognoscitivas y con habilidades motoras finas, fueron hijos de madres que recibieron las mayores dosis de medicamentos agresivos. Los efectos particularmente peligrosos se atribuyeron a los anestésicos inhalados (Kolata, 1978).

Los TA pueden ser más comunes en niños de condiciones

socioeconómicas bajas, debido a la pobre alimentación, trauma en el nacimiento o atención perinatal deficiente.

#### **Trastornos de Aprendizaje y Potenciales Relacionados a Eventos**

Se han empleado dos maneras generales para el estudio de TA con Potenciales Relacionados a Eventos (PRE), a) se presenta un estímulo simple al paciente, que se encuentra en reposo, para detectar marcadores neuropsicológicos que distingan al grupo control del clínico, y b) se utilizan estímulos más complejos, mientras el paciente realiza tareas, para detectar procesos cognoscitivos involucrados en los TA.

Los primeros estudios de PRE en TA usaron estímulos visuales simples para demostrar anomalías neurofisiológicas y/o asimetrías hemisféricas.

Sobotka y May (1977) y Connors (1971) encontraron que en la lectura los TA mostraron menor amplitud en el componente negativo a los 200 ms sobre el hemisferio izquierdo que los normales. Preston et al. (1974) encontraron que los PEVs a flash y a la palabra "gato" mostraron menor negatividad para el componente de 180 ms en los TA en la región parietal izquierda, comparado con los normales. Shields (1973) estudió los PEVs en niños disléxicos y controles entre 10 y 13 años de edad en las regiones C3 y C4 con estímulos de luz difusa, fotografías, dibujos y palabras con y sin sentido. Encontró que las latencias de todos los componentes fueron mayores para los niños disléxicos que para los del grupo control, lo que sugería que los niños disléxicos tenían un procesamiento de información más lento que los normales.

Ahn (1977) estudió los PEVs de sujetos normales y con TA y

encontró diferencias significativas en el hemisferio izquierdo en las latencias 280-340 y 310-380 entre sujetos con problemas específicos de la lectura y el grupo de sujetos normales.

Preston et al., (1977) en un estudio con adultos disléxicos y normales encontraron que, independientemente del grupo, los PEVs registrados en el hemisferio izquierdo mostraron mayor amplitud que en el hemisferio derecho en N200 ms. Al comparar los PEVs entre grupos, encontraron que para P200 los sujetos del grupo control presentaron amplitudes mayores en P3 cuando fueron estimulados con palabras que cuando se estimularon con flash. Ocurrió lo contrario para el grupo de disléxicos, lo que puede interpretarse como que en los sujetos que sufren alteraciones en la lectura se presentan anomalías en el funcionamiento de la región parietal izquierda, especialmente cuando la presentación del estímulo tiene algún significado verbal.

Cohen y Breslin (1984) describieron en niños con dificultades en la lectura un incremento en la latencia de P200 a flashes y palabras.

Bernal y cols. (1991) analizando la potencia en diferentes intervalos de latencia de los PEVs observaron que los niños con mayores dificultades en el aprendizaje de la lecto-escritura tenían menor potencia en los PEVs de ambas regiones parietales y mayor potencia en el PEV de la región temporal posterior derecha.

Todos estos resultados sugieren que en los niños con dificultades en el aprendizaje de la lecto-escritura existen alteraciones de los PEVs.

### **Componentes Principales**

El análisis de los PRE se ha centrado en la comparación de sus características entre diferentes grupos. Se han empleado diversos métodos de medición para compararlos, tales como la medición de la amplitud de la línea base al pico máximo o mínimo, medición pico a pico, área, etc. Muchos métodos no son del todo adecuados dada la variabilidad de las ondas de los PRE, por lo que algunos investigadores han empleado el Análisis de Componentes Principales (ACP) (Donchin y Heffley, 1978; McCallum, et al., 1983). El propósito original del ACP es reducir un gran número de variables a un número menor de componentes principales ortogonales (dispuestos en ángulos rectos), quienes contienen la máxima varianza de las variables originales (Jolliffe, 1986). El número limitado de componentes y sus valores (scores) asociados que resultan del ACP ofrecen ventajas para comparar dos o más grupos de individuos. El primer componente incluye la máxima varianza posible de todos los datos, mientras que los siguientes contendrán la porción restante de la varianza en orden decreciente. La dimensión del espacio de la señal será la suma de las dimensiones de cada componente (Roemer, 1990). El ACP básicamente puede ser de dos tipos:

a) Tomando en consideración la covarianza de las formas de onda de los PRE, donde los variables serán los vectores formados por las amplitudes de los PRE promediados. En este caso, como resultado del análisis cada PRE será descrito en términos de un grupo común de factores por una ecuación lineal, en la cual el coeficiente relacionado con cada factor (factor loading) representa la

contribución de tales factores a la configuración del PRE (fig. 3D).

b) Considera la covarianza de la actividad en latencias diferentes de todo el grupo de PRE promediados, las variables son los vectores formados en cada latencia (fig. 3C). Los factores obtenidos en este caso, se pueden relacionar con diferentes eventos fisiológicos que ocurren en un momento (latencia) particular (Harmony, 1984).

La estrategia para el estudio del ACP consta de tres pasos:

1) Se realiza con la matriz de covarianza, o con la matriz de correlación de los voltajes originales de los PREs.

2) Los componentes principales obtenidos del ACP se rotan por el método Varimax, tal que la forma de onda de los componentes obtenidos correspondan con mayor aproximación a los CP hipotetizados por los PREs.

3) Se usan los valores (scores) en los CP rotados para valorar la significancia estadística del tratamiento experimental en el análisis de varianza y otro estadístico inferencial.

Entonces, el ACP es una técnica que se utiliza para identificar componentes (pasos 1 y 2) y para medir los mismos (paso 3). El objetivo es que el número y forma de onda de los CP rotados reflejen adecuadamente los componentes fundamentales de los PRE y que los scores reflejen adecuadamente las variaciones en magnitud de los componentes por sujeto, localización de los electrodos y condiciones experimentales (Wood y McCarthy, 1984).

A veces es difícil encontrar una interpretación fisiológica adecuada a las formas de onda de los CP y sus coeficientes, esto lo explica John et al., (1978), tomando en consideración que las

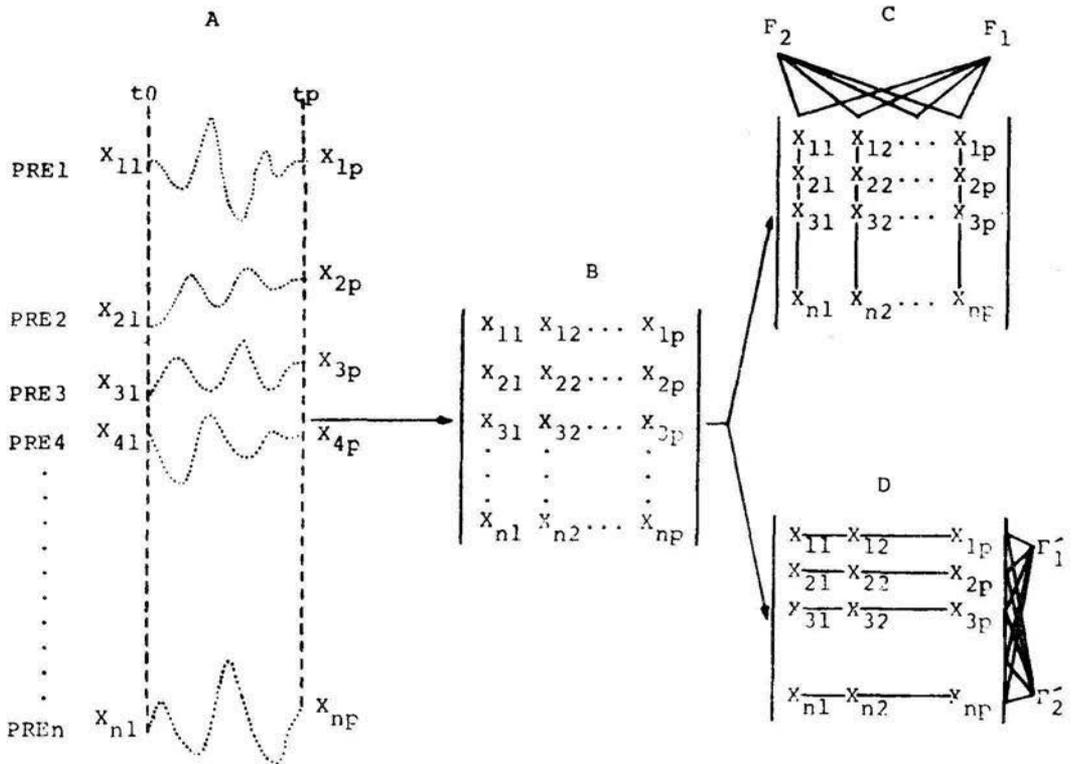


Figura 3: Análisis de Componentes Principales de un grupo ( $n$ ) de PRE. En (A) se tienen los potenciales digitalizados y graficados en el tiempo. (B) es una matriz de  $n$  filas y  $p$  columnas. Con esta matriz se pueden hacer dos tipos de análisis; tomando  $p$  vectores, cada uno formado por  $n$  valores en una latencia específica (columnas), como se muestra en (C); o tomando  $n$  vectores, cada uno formado por  $p$  valores del PRE (filas) como se ve en (D). En (C) se considera la covariación de actividad en diferentes latencias para calcular los factores ( $F_1, F_2$ ). En (D) se toma la covariación de las formas de onda de los PRE para el cálculo de los factores ( $F'_1, F'_2$ ). (Tomado de Harmony, 1984).

formas de onda son el mejor ajuste por mínimos cuadrados de los datos (Harmony, 1984).

En 1974, Valdés realizó un ACP de los PEVs a flash en las regiones central, occipital, temporal y centro-occipital y occipito-temporales izquierda y derecha. Encontró que las formas de onda de todas las derivaciones en un mismo sujeto pueden describirse por tres factores (con 97% de la varianza). Estos mismos autores en colaboración con el Dr. John realizaron un ACP de los PEVs en las mismas derivaciones que el trabajo anterior en 10 sujetos normales, encontraron que también con tres factores era posible describir todos los PEVs. Estos resultados muestran que la variabilidad intraindividual, así como la interindividual de varias áreas puede describirse por la combinación de pocos factores (Harmony, 1984).

## **OBJETIVOS**

Como se ha descrito en la introducción, los PEVs pueden afectarse normalmente por varios factores como son por ejemplo, la edad y el sexo. Por otra parte, los estudios realizados con PEVs en niños con trastornos del aprendizaje (TA) sugieren que dichas respuestas también se modifican con la presencia de estos trastornos. En nuestro conocimiento, no existe trabajo alguno que haya analizado simultáneamente al efecto de la edad, del sexo y de los trastornos del aprendizaje. Todos estos resultados se han obtenido por medio del análisis convencional de las ondas de los PEVs, midiendo su amplitud y su latencia o la potencia. La medición de la amplitud y la latencia de las ondas tiene como aspecto muy negativo el que sea muchas veces difícil la identificación de las ondas, debido a que existen una enorme variabilidad interindividual que se incrementa con la presencia de TA (Harmony, 1989). La medición de la potencia, aunque ha demostrado ser de utilidad en la categorización de niños con problemas pedagógicos (Bernal y cols. 1991), adolece de no considerar las características de polaridad y latencia de las inflexiones de los PRE. El Análisis de Componentes Principales (ACP) surge como una alternativa muy interesante de análisis en donde la información se concentra y es exhaustiva.

El objetivo de esta tesis ha sido explorar el efecto simultáneo de la edad, el sexo y la evaluación pedagógica, así como sus interacciones sobre los PEVs utilizando el ACP.

## **METODOLOGIA**

### **Evaluación Pedagógica**

En este estudio participaron 89 niños de los dos sexos que cursaban la escuela primaria federal. Se les aplicó la prueba pedagógica de lecto-escritura desarrollada por Hinojosa y Rocha (1985) para agruparlos por diferente desempeño en la lectura y/o escritura. Esta prueba consta de las siguientes tareas:

a) Lectura oral. Se le dió al niño a leer letras separadas, sílabas, palabras, frases, oraciones, etc., en voz alta y se realizaron observaciones con respecto a la puntuación, acentuación, omisiones, sustituciones, etc.

b) Comprensión de la Lectura. Se instruía al niño para que leyera un texto y se le hacían preguntas relacionadas con el mismo, también el niño leía un texto y el experimentador le pedía que señalara las figuras que correspondían a lo que estaba leyendo. Se anotaban los tipos de errores y su frecuencia.

c) Dictado. Se solicitaba al niño que escribiera trazos, letras, sílabas, palabras, etc. Se anotaban el número y tipo de error que cometía.

d) Copia. Se pedía al niño que copiara distintos trazos, letras, sílabas, palabras, etc., anotando el número y tipo de error que se cometía.

e) Lenguaje Escrito. El niño tenía que nombrar objetos por escrito, descripción del evento, descripción de una secuencia de láminas, etc. También se anotaba el número y tipo de errores.

Para la realización de esta prueba, el investigador y el niño se sentaban frente a frente. El investigador le daba las instruc-

ciones de la tarea a realizar y se aseguraba que el niño las hubiera comprendido correctamente.

Esta prueba tuvo como objetivo detectar a los alumnos con deficiencias en el aprendizaje de la lecto-escritura y que necesitaban algún tipo de ayuda para superar estas dificultades, como a aquellos niños que tenían un rendimiento escolar adecuado. De los resultados de la prueba pedagógica, los niños se agruparon en cuatro categorías;

PED1) Niños con rendimiento adecuado a la prueba de acuerdo a su edad y grado escolar.

PED2) Niños con ligeras dificultades que requerían atención de parte de sus padres.

PED3) Niños con mayores dificultades que demandaban atención de parte de sus padres y maestros y

PED4) Niños que requerían ayuda especializada.

En la última categoría (PED4) se encontraron solamente 6 niños, por lo que, para fines de este estudio se fusionaron al grupo PED3.

### **Sujetos**

A los 89 niños de los dos sexos se les aplicaron pruebas psicológica (WISC) y neurológica para asegurarse que se encontraban clínicamente sanos y con un coeficiente intelectual normal. Con la prueba pedagógica se agruparon en 3 categorías como sigue a) PED 1 con 35 niños entre 7.65 y 13.24 años de edad, b) PED 2 con 27 niños entre 6.65 y 11.9 años y c) PED 3 con 27 niños entre 7.65 y 13.5 años de edad.

La distribución de porcentajes por sexo y categoría pedagógica se

muestran en la tabla I.

**TABLA I**  
**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**

FLASH		NIÑAS	NIÑOS	TOTAL
PED1	N	16	19	35
	%INTRAGRUPUO	45.71	54.29	100
PED2	N	14	13	27
	%INTRAGRUPUO	51.85	48.15	100
PED3	N	15	12	27
	%INTRAGRUPUO	55.56	44.44	100
% TOTAL		45	44	89
		50.56	49.44	100
PATRON		NIÑAS	NIÑOS	TOTAL
PED1	N	16	18	34
	%INTRAGRUPUO	47.06	52.94	100
PED2	N	14	13	27
	%INTRAGRUPUO	51.85	48.15	100
PED3	N	15	12	27
	%INTRAGRUPUO	55.56	44.44	100
% TOTAL		45	43	88
		51.14	48.86	100

Para los registros de PEVs se utilizaron dos tipos de estímulo, flash y patrón, que se explicarán posteriormente. Para el flash se registraron 45 niñas y 44 niños, con una distribución por sexos muy similar en todos los grupos (véase el porcentaje intra-grupo por sexo de la Tabla I). Para el estímulo con patrón se registraron 45 niñas y 43 niños, uno menos que para flash, esto se debió a que el registro de un niño estuvo contaminado con artefactos, por lo que no fue útil para nuestro estudio.

### **Registro de los Potenciales Evocados Visuales**

A todos los niños se les realizaron registros en la superficie del cuero cabelludo ante estímulos de dos tipos;

a) estímulos con destellos luminosos de luz blanca difusa (flash) de 40 ms de duración, presentados con intervalos irregulares comprendidos entre 2000 y 600 ms (0.5 y 1.67 Hz). Se promediaron un total de 100 respuestas evocadas;

b) estímulos con patrón que eran cuadros blancos y negros, con 10 grados de arco, dispuestos a manera de tablero de ajedrez. Estos cuadros aparecían y desaparecían a la misma frecuencia que el estímulo de luz blanca difusa. Se promediaron 100 respuestas evocadas.

Este estudio lo realizamos en un cuarto diseñado para evitar ruidos y señales externas ajenas al estudio. El niño se encontraba reclinado en reposo y despierto en un sillón y frente a él, el monitor de estimulación. El cuarto se mantenía con las luces apagadas, en estas condiciones el niño permanecía tranquilo con la mirada dirigida a la pantalla.

Para la obtención de los PEVs utilizamos una computadora promediadora (Medicid Modelo 03) con 9 canales de registro. Los estímulos fueron presentados por un monitor (Modelo TMC-12H) de 25 cm de largo por 20 cm de ancho colocado a una distancia de un metro frente al niño (fig. 4).

Los registros se tomaron en forma monopolar, de acuerdo al Sistema Internacional 10-20, en las regiones C3, C4, P3, P4, T5, T6, O1, O2 vs electrodo de referencia en los lóbulos de las orejas en cortocircuito y electrodo de tierra en la frente (fig. 5). Se

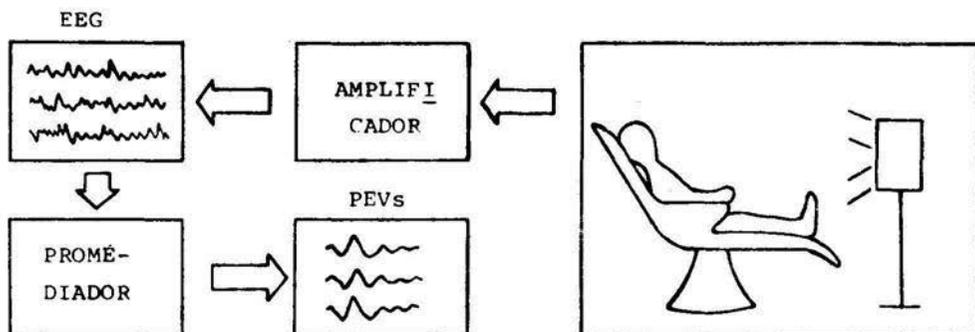


Figura 4: En esta figura se muestra el sistema empleado para registrar los potenciales evocados visuales. El sujeto se colocaba frente a un monitor a través del cual era estimulado y los PEVs se amplificaban, para después ser promediados.

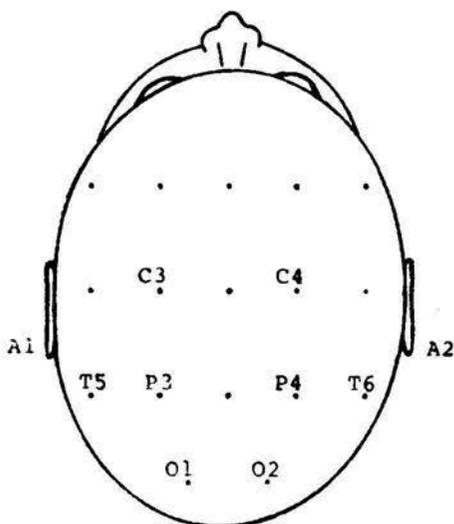


Figura 5: Se ilustran las derivaciones electroencefalográficas, de acuerdo al Sistema Internacional 10-20, empleadas para el registro de los PEVs en este estudio. C3= central izquierdo, C4= central derecho, P3= parietal izquierdo, P4= parietal derecho, T5= temporal izquierdo, T6= temporal derecho, O1= Occipital izquierdo y O2= occipital derecho.

registó simultáneamente el electro-oculograma (EOG) por medio de un par de electrodos situados en el canto externo y en la región supraorbitaria del ojo derecho.

De las respuestas obtenidas se amplificaron todas las frecuencias entre 0.5 y 30 Hz. Se utilizó un rechazo automático de artefactos que eliminaba todas las señales con voltajes de  $\pm 5$  desviaciones estándar del valor medio del voltaje del EEG y el EOG seleccionado previamente.

El intervalo de muestreo fue de 4 ms con un tiempo total de registro de 512 ms (128 puntos). Los datos se guardaron en discos flexibles de computadora para su análisis posterior .

#### **Análisis de los Registros**

Todos los PEVs se analizaron por el método de ACP utilizando la matriz de covarianza. De los 128 puntos por potencial promediado se tomaron solamente 64, es decir, se muestreó cada 8 ms., esto fue debido a las limitaciones de memoria de la computadora. Se tomaron 64 variables con 89 observaciones para realizar el ACP de todos los niños estimulados con flash y 64 variables con 88 observaciones para el ACP de todos los niños estimulados con patrón. Se realizó el método de rotación Varimax en todos los casos en que se realizó ACP. El análisis se hizo por derivación. Se tomaron los componentes que explicaban la mayor proporción de la varianza total y los coeficientes (scores) asociados.

Con los scores como variables dependientes se realizaron diferentes análisis de varianza, regresión univariada y múltiple para seleccionar las variables independientes (sexo, edad, categoría pedagógica y sus interacciones) que en combinación o de

manera individual se relacionaron significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con cada variable dependiente.

## RESULTADOS

Como ya se mencionó, se registraron los PEVs a todos los niños con luz blanca difusa y con patrón a manera de tablero de ajedrez.

Un ejemplo de los potenciales promediados obtenidos en este trabajo para estímulos con flash y con patrón se muestran en las Figuras 6 y 7. Como puede observarse en la figura 6, la morfología de los PEVs registrados en este estudio con flash son muy similares a los que se reportan en la literatura (Fig. 1), aunque las deflexiones más pequeñas no se observan claramente, pero debe tomarse en cuenta que en este caso estamos registrando niños y no adultos.

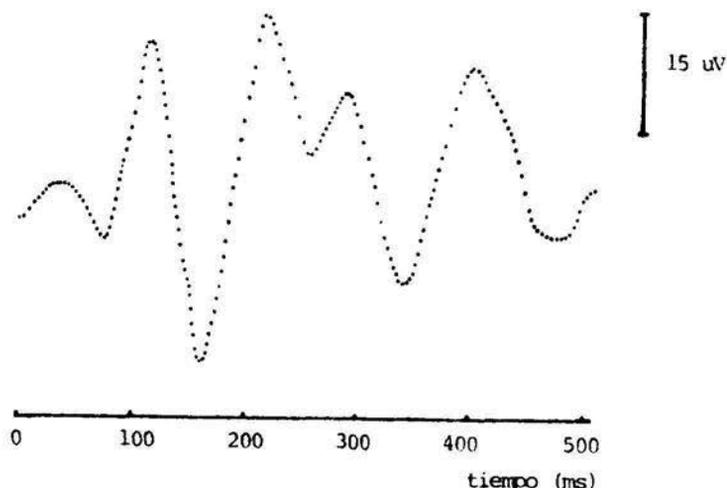


Figura 6: Respuesta evocada visual promedio de 100 estímulos con destellos luminosos (flash), obtenidos experimentalmente en un niño del grupo PED1 en la derivación O2.

Las respuestas ante estímulos estructurados o patrón (Fig. 7) son más simples que los de flash y muestran una buena correspondencia con los registros reportados en la literatura (Fig. 2).

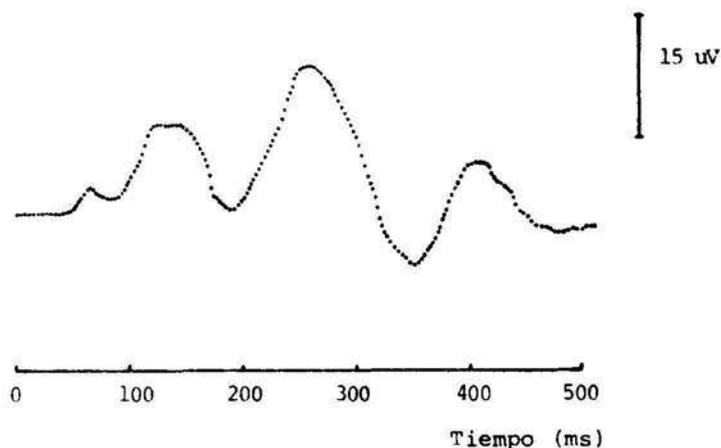


Figura 7: Potencial Evocado Visual promedio de 100 estímulos a patrón, obtenido experimentalmente en un niño del grupo PED1 en la derivación O2.

Los componentes principales se obtuvieron del total de los potenciales promediados de todos los niños por cada derivación, es decir, en el caso de estimulación con patrón se tomaron 88 potenciales promediados (uno por cada niño) para cada una de las ocho derivaciones estudiadas y se obtuvieron sus componentes principales por derivación. En el ejemplo de la figura 8, se representan 88 potenciales promediados de la región T6, uno por cada sujeto (S), de los cuales se obtienen cuatro componentes principales que explican un 82.39 % de la varianza de todos los potenciales en esta región. Cada uno de los 88 potenciales evocados promediados se pueden reconstruir con los coeficientes o scores multiplicados por cada componente y sumados linealmente. El ACP de todos los PEVs con rotación varimax nos dieron 7 u 8

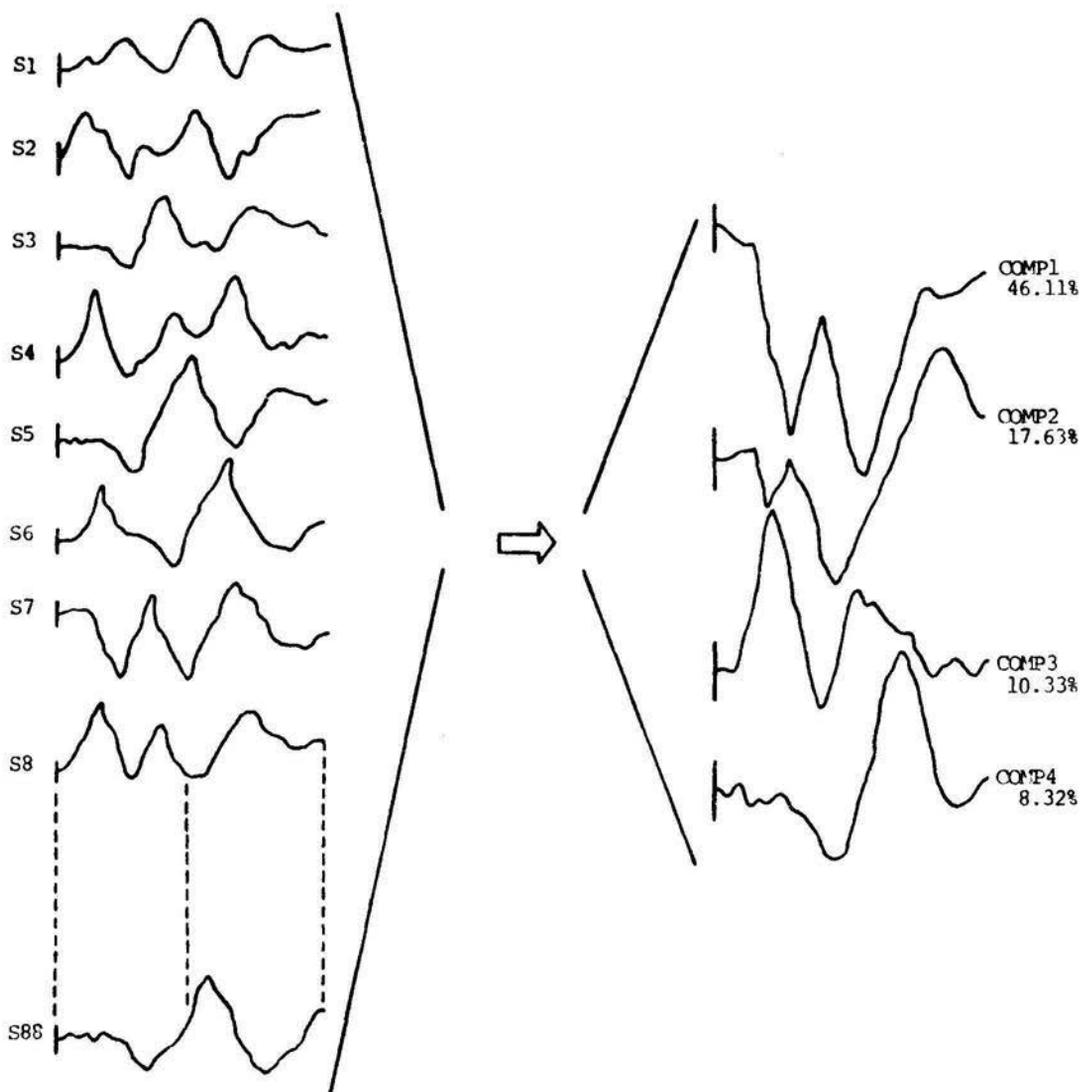


Figura 8: Ejemplo del Análisis de Componentes Principales. En la derivación T6 se analizaron 88 potenciales, uno por cada sujeto (S), los cuales fueron el promedio de 100 estímulos cada uno. De estos se obtuvieron 4 componentes principales (COMP) que en conjunto explicaron el 82.39 % de la varianza de todos los potenciales. En las ordenadas se grafica la amplitud en  $\mu\text{V}$  y en las abscisas el tiempo en milisegundos.

componentes principales que explicaron más del 85 por ciento de la varianza total para estímulos con flash. Para estímulos con patrón se obtuvieron 5 componentes principales que explicaron más del 78 por ciento de la varianza total (Tabla II).

TABLA II

Porcentaje de Varianza Explicado por Componente Principal para Estímulos con Flash (N = 89)

DER	COMP1	COMP2	COMP3	COMP4	COMP5	COMP6	COMP7	COMP8	TOTAL %
T5	35.26	15.97	10.72	8.29	7.78	4.88	4.37		87.28
T6	34.69	15.45	11.10	10.12	6.20	5.45	4.56		87.57
O1	25.48	18.99	14.65	10.35	7.07	6.25	4.32		87.11
O2	26.10	18.58	12.82	10.14	8.56	7.11	4.28		87.59
C3	24.20	18.92	13.59	9.06	6.91	6.25	4.92	3.24	87.09
C4	26.39	16.46	14.03	9.41	6.87	6.12	4.49	3.17	86.95
P3	26.39	18.30	13.19	8.38	6.84	6.07	5.22	3.35	87.73
P4	31.20	14.08	12.11	10.47	8.07	5.34	4.40		85.64

Porcentaje de Varianza Explicado por Componente Principal para Estímulos con Patrón (N = 88)

DER	COMP1	COMP2	COMP3	COMP4	COMP5	TOTAL %
T5	34.37	22.27	12.08	11.59	5.29	86.32
T6	46.11	17.63	10.33	8.32	4.40	86.79
O1	30.83	17.97	12.44	11.67	7.89	80.79
O2	35.61	18.41	12.22	9.65	6.83	82.73
C3	32.78	16.90	15.31	9.28	6.46	80.74
C4	30.19	20.30	11.05	10.18	6.41	78.13
P3	27.16	17.61	14.90	12.49	7.86	80.02
P4	25.94	17.96	15.61	11.55	8.06	79.11

Los componentes principales más característicos para cada derivación de flash y patrón están graficados en el Apéndice.

Los coeficientes (scores) de los potenciales se emplearon para los análisis de varianza, regresión simple y regresión múltiple con el sexo, evaluación pedagógica, la edad y las posibles interacciones en cada derivación. Los efectos independientes y las interacciones más importantes (significativas con  $P \leq 0.05$ ) se incluyen en cuatro tablas. La Tabla III incluye las regiones temporales y occipitales para los PEVs a flash. La Tabla IV las regiones centrales y parietales para los PEVs a flash. Las Tablas V y VI incluyen las regiones temporales y occipitales y centrales y parietales respectivamente para estimulación con patrón.

En la Tabla III se muestran los efectos significativos de los distintos componentes principales (CP) en las regiones T5, T6, O1 y O2 de los PEVs a flash.

En la región T5, en el primer componente principal (CP1) tuvo efecto el sexo con valores más altos en los niños que en las niñas; sobre el CP2 hubo un efecto significativo en la interacción del grupo pedagógico (PED) con el sexo. Al hacer el análisis por sexo para ver el efecto del grupo pedagógico se observó que éste fue solamente significativo en el grupo de las niñas. El CP3 estuvo afectado significativamente por la interacción entre edad y grupo pedagógico, sin embargo, al analizar el efecto de la edad en cada grupo pedagógico, aunque no se obtuvo significación estadística, se vio que la tendencia era diferente para cada uno de los grupos, como puede apreciarse en la figura 9, pues mientras la amplitud disminuyó con la edad en los grupos PED1 y PED2, aumentó en el PED3. El CP5 en el modelo

TABLA III

Las variables con mayor relación (con significancia por debajo de 0.05) para las regiones temporales y occipitales para la estimulación con flash (m= pendiente, b=intercepto y P= probabilidad).

DER	VAR	PED1	PED2	PED3	NIÑOS	NIÑAS	PROB.	
T5	CP1	Sexo					P=0.015	
	CP2	PED			P=0.036	P=0.036		
	CP3	Edad	m=-0.13 b=1.04 P=0.18	m=-0.27 b=2.52 P=0.14	m=0.26 b=-2.23 P=0.08			
	CP5	Edad					m=0.11 b=-1.01 P=0.16	
	CP7	Edad					m=-0.16 b=1.56 P=0.03	
T6	CP1	Sexo					P=0.002	
	CP2	Sexo					P=0.022	
	CP3	Edad	m=-0.28 b=2.63 P=0.001	m=-0.17 b=1.61 P=0.29	m=0.20 b=-1.70 P=0.28			
	CP5	Edad				m=0.41 b=-3.81 P=0.004	m=-0.04 b=0.44 P=0.55	
	CP6	Edad	m=0.41 b=-4.28 P=.0002	m=0.37 b=-3.15 P=0.03	m=-0.20 b=1.82 P=0.12	m=0.39 b=-3.67 P=0.005	m=0.014 b=-0.11 P=0.86	m=0.15 b=-1.43 P=0.046 P=0.006
		PED						
CP7	Edad	m=1.02 b=-0.08 P=0.49	m=0.25 b=-2.19 P=0.13	m=0.23 b=-2.49 P=0.12			m=0.12 b=-1.14 P=0.11	

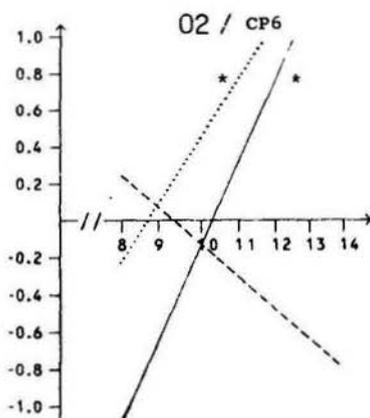
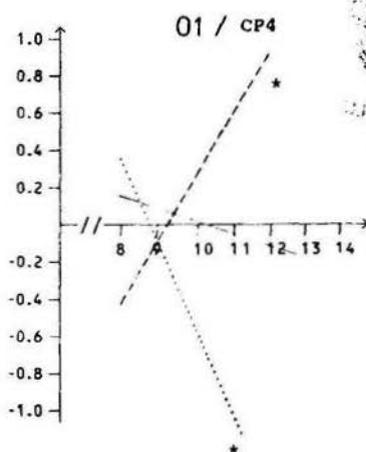
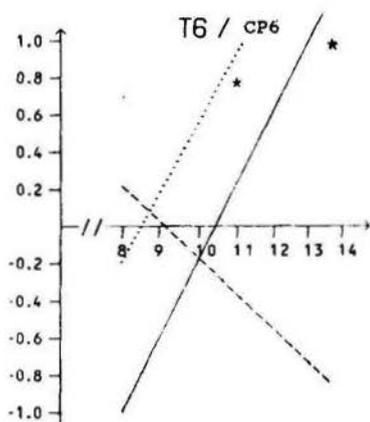
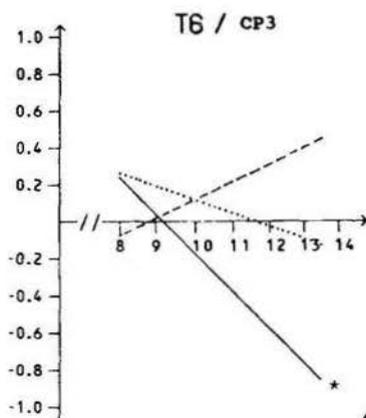
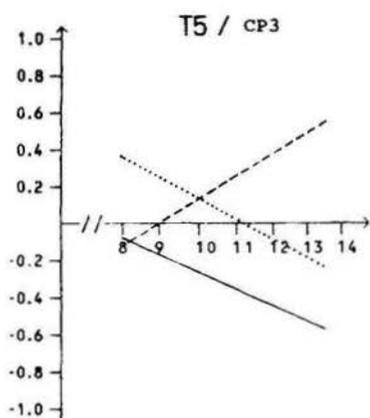
CONTINUA ...

...CONTINUA

O1	CP2	Sexo						P=0.023
	CP4	Edad	m=-0.07 b=0.72 P=0.47	m=-0.46 b=4.04 P=0.01	m=0.34 b=-3.14 P=0.03			
	CP5	Edad						m=0.23 b=-2.24 P=0.001
	CP6	PED						P=0.048
O2	CP6	Edad	m=0.47 b=-4.83 P=0.003	m=0.32 b=-2.77 P=0.02	m=-0.18 b=1.67 P=0.16			m=0.19 b=-1.78 P=0.01
	CP7	Edad  PED				m=-0.07 b=0.34 P=0.59 P=0.023	m=0.07 b=-0.28 P=0.38 P=0.023	

completo (efecto de las variables de manera independiente y con interacción entre ellas), la edad fue significativa, pero en el análisis de regresión tomando exclusivamente a ésta no fue significativa, como puede verse en la tabla. En esta misma derivación, el CP7 se vio afectado significativamente por la edad, con una pendiente negativa, es decir, disminuye la amplitud con la edad.

En la derivación T6, los CP1 y CP2 mostraron significancia para la variable sexo. El CP3 mostró una interacción significativa de la edad con el grupo pedagógico; al calcular la regresión por separado para cada grupo pedagógico, se observó un efecto altamente significativo en PED1, con una pendiente negativa, en los otros dos grupos la edad no tuvo efecto significativo, pero como puede apreciarse en la figura 9, en el grupo PED3 existe una tendencia a que la amplitud del componente aumente con la edad. En esta misma derivación, el CP5 mostró un efecto significativo en la interacción de la edad con el sexo, al hacer la regresión con la edad en cada sexo, ésta solo tuvo efecto significativo en los niños. El CP6 se vio afectado por la edad, el grupo pedagógico, la interacción de la edad con PED y la interacción de la edad con el sexo. Al calcular la regresión de la edad para cada grupo pedagógico, se vio que ésta era altamente significativa en PED1, significativa en PED2 y no significativa en PED3. Este componente tuvo una pendiente positiva en PED1 y PED2, como puede verse en la figura 9. Al analizarse el efecto de la edad en cada sexo por separado, se vio que éste solo fue significativo en los niños. En el CP7 se vio el efecto de la interacción de la



ITZ

PED1 —————  
 PED2 .....  
 PED3 - - - - -

Figura 9 : Rectas de regresión lineal de los CP en función de la edad ( $p < 0.05$ ) en la estimulación con flash. En cada eje de coordenadas hay una recta para cada evaluación pedagógica.

edad con el PED, pero al realizar la regresión de la edad con el grupo pedagógico y por sí sola con todos los niños no se observaron valores significativos.

En el PEV occipital izquierdo en el CP1 se observó un efecto de la variable sexo. En el CP4 el efecto de la interacción de la edad con el grupo pedagógico. Al hacer la regresión con la edad con cada uno de los grupos pedagógicos, se vieron efectos significativos en los grupos PED2 y PED3, el grupo PED2 con pendiente negativa y el PED3 positiva, como puede verse en la figura 9. En el CP5 la edad fue altamente significativa. En el CP6 existieron diferencias significativas entre niños con diferente evaluación pedagógica.

En la región O2, el CP6 tuvo efectos significativos con la edad y con la interacción edad grupo PED, las ecuaciones de regresión fueron significativas con la edad para PED1 y PED2, como puede verse en la figura 9. En el CP7 los efectos significativos fueron las interacciones del sexo con el grupo PED y de la edad con el sexo, sin embargo, no resultaron significativas las regresiones de la edad por sexos.

En la Tabla IV, en la derivación P3, el efecto más significativo en el CP1 fue el sexo. En el CP2 se observó una interacción del PED por sexos, al igual que en el CP3. En los CP5 y CP7 se vio un efecto altamente significativo de la edad. En el CP8 el pedagógico mostró un efecto significativo.

En el PEV parietal derecho la edad mostró ser muy significativa sobre los CP5 y CP6, aunque también lo fueron el sexo en el CP5 de manera significativa y el grupo PED en el CP6.

TABLA IV

Las variables con mayor relación (con significancia por debajo de 0.05) para las regiones centrales y parietales para la estimulación con flash (m= pendiente, b=intercepto y P= probabilidad).

DER	VAR	PED1	PED2	PED3	NIÑOS	NIÑAS	PROB.
C3	CP1	Edad			m=0.08 b=-0.85 P=0.56	m=0.06 b=-0.52 P=0.48	
	CP2	Sexo					P=0.025
	CP5	PED					P=0.022
	CP8	Sexo					P=0.022
C4	CP1	Sexo					P=0.038
	CP4	PED			P=0.001	P=0.001	
	CP6	Edad					m=0.21 b=-2.00 P=0.004
	CP8	Sexo					P=0.001
P3	CP1	Sexo					P=0.02
	CP2	PED			P=0.046	P=0.046	
	CP3	PED			P=0.037	P=0.037	
	CP5	Edad					m=0.22 b=-2.12 P=0.003
	CP7	Edad					m=-0.15 b=1.44 P=0.043
	CP8	PED					P=0.045
P4	CP5	Edad					m=-0.14 b=1.32 P=0.065
		Sexo					P=0.002
	CP6	Edad					m=0.24 b=-2.25 P=0.001
		PED					P=0.001

En C3 el CP1 se vio afectado significativamente por la variable edad, aunque la regresión de la edad por sexos no mostró significancia estadística. Los CP2 y CP8 mostraron el efecto del sexo. En el CP5 se pudo apreciar el efecto del grupo pedagógico.

En C4, en los CP1 y CP8 el efecto fue del sexo, mientras que en el CP4 la interacción del grupo pedagógico y el sexo muestran efectos significativos. La edad tuvo un efecto significativo sobre el CP6.

En la Tabla V, correspondiente a los PEVs por patrón de las regiones temporales y occipitales se observó lo siguiente:

En T5 el efecto de la edad fue significativo en el CP1, aunque al analizarla por separado su efecto fue próximo a un valor significativo. En los CP2, CP3 y CP5, el efecto significativo fue la interacción de la edad con el grupo PED, al realizarse el análisis de regresión de cada grupo pedagógico con la edad se observaron diferentes tendencias como puede verse en la figura 10A, lo que explica que el efecto de la edad por sí sola haya sido significativa solamente en uno de los CP.

En T6 el sexo tuvo efectos significativos en los CP1 y CP2. En el CP1 se encontró una interacción entre edad y PED, que al realizar la regresión para cada grupo pedagógico con la edad, el grupo PED1 fue significativo con una pendiente positiva, mientras que PED3 también fue significativa, pero con pendiente negativa (figura 10A). En el CP2 la edad mostró un efecto muy significativo. En el CP3 se pudo observar la interacción de la edad con el sexo, siendo el efecto de la edad próximo a lo significativo solamente en los niños. La edad ejerció un efecto muy significativo en el CP4.

TABLA V

Las variables con mayor relación (con significancia por debajo de 0.05) para las regiones temporales y occipitales para la estimulación con patrón (m= pendiente, b=intercepto y P= probabilidad).

DER	VAR	PED1	PED2	PED3	NIÑOS	NIÑAS	PROB.
T5	CP1	Edad					m=-0.44 b=1.34 P=0.061
	CP2	Edad	m=0.16 b=-1.42 P=0.094	m=0.01 b=-0.13 P=0.936	m=-0.40 b=3.50 P=0.028		m=-0.01 b=0.09 P=0.903
	CP3	Edad	m=-0.19 b=1.60 P=0.081	m=-0.40 b=3.98 P=0.007	m=0.21 b=-1.87 P=0.161		m=-0.17 b=1.66 P=0.019
	CP5	Edad	m=-0.16 b=1.74 P=0.21	m=0.07 b=-0.60 P=0.682	m=0.30 b=-2.93 P=0.013		
T6	CP1	Edad	m=0.23 b=-2.22 P=0.017	m=0.11 b=-1.20 P=0.365	m=-0.52 b=4.91 P=0.006		
		Sexo					P=0.001
	CP2	Edad					m=-0.22 b=2.13 P=0.003
		Sexo					P=0.007
	CP3	Edad			m=0.24 b=-2.29 P=0.062	m=-0.01 b=0.11 P=0.963	m=0.09 b=-0.82 P=0.257
	CP4	Edad					m=-0.19 b=1.84 P=0.009

CONTINUA ...

...CONTINUA

O1	CP1	Edad	m=0.24 b=-2.36 P=0.004	m=-0.09 b=0.83 P=0.411	m=-0.62 b=5.67 P=0.002			m=-0.08 b=0.80 P=0.269
	CP2	Edad	m=-0.02 b=-0.07 P=0.853	m=-0.26 b=2.58 P=0.129	m=0.37 b=-3.40 P=0.013			
	CP4	Edad						m=0.17 b=-1.60 P=0.025
O2	CP1	Edad						m=-0.29 b=2.73 P=0.001
	CP2	Edad	m=-0.14 b=1.25 P=0.096	m=-0.41 b=3.70 P=0.003	m=0.59 b=-5.31 P=0.001			
	CP3	Edad						m=0.16 b=-1.56 P=0.029
	CP4	Sexo						P=0.002

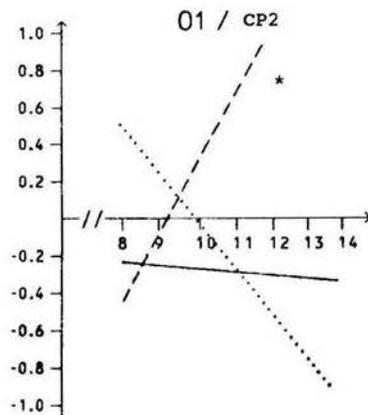
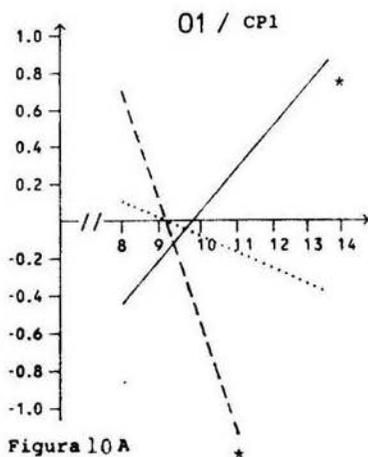
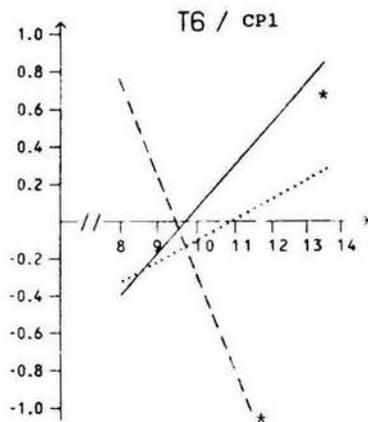
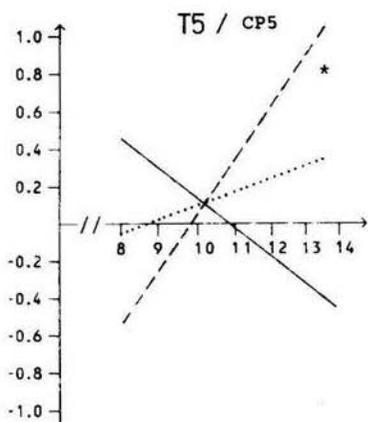
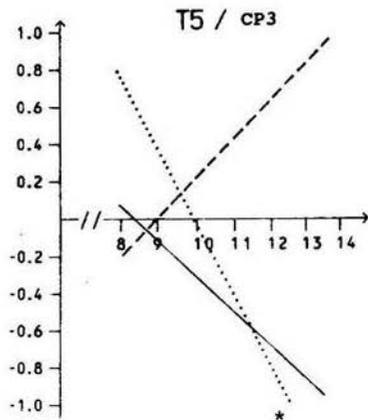
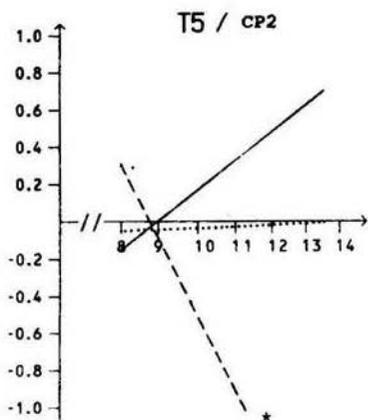


Figura 10A

En los CP1 y CP2 de la derivación O1, el efecto fundamental fue la interacción de la edad con el grupo PED con distintas pendientes por grupos, como puede verse en la figura 10A. En el CP4 de O1 el efecto de la edad fue significativo.

En O2 la edad tuvo efectos significativos sobre los CP1 y CP3. En el CP2 es muy importante el efecto de la interacción de la edad con el grupo PED, con distintas pendientes (fig. 10B); con el análisis de regresión se observó que los grupos PED2 y PED3 fueron altamente significativos. En el CP4 el sexo tuvo un efecto significativo.

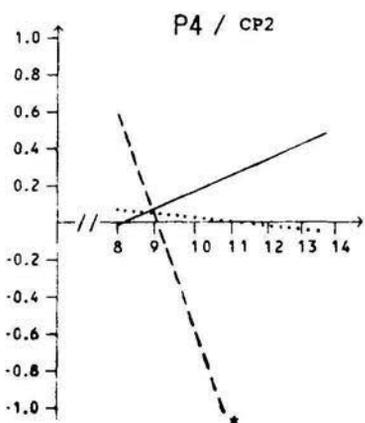
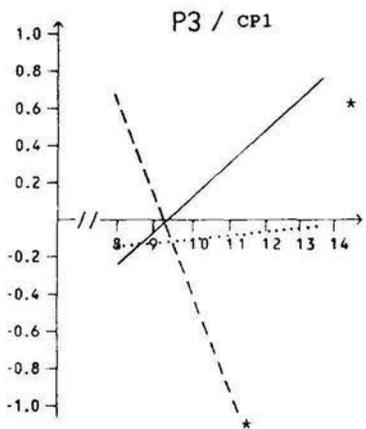
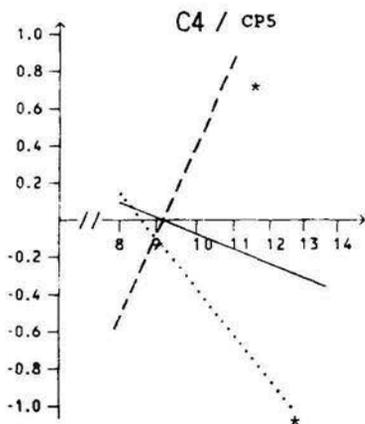
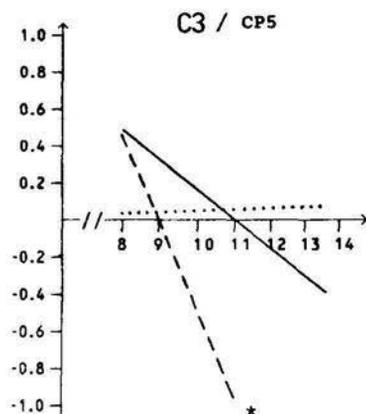
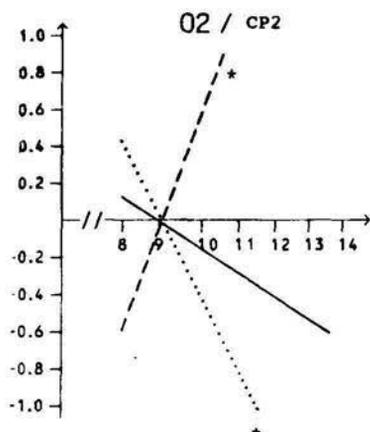
En la Tabla VI puede verse en la derivación P3, que el efecto principal sobre el CP1 fue la interacción de la edad con el grupo PED con distintas pendientes entre grupos (fig. 10B). Para el CP2 el efecto significativo fue el de la variable PED. En el CP5 la edad fue muy significativa.

En la región parietal derecha la edad tuvo un efecto altamente significativo en los CP1, CP3 y CP4. En el CP2 se apreció el efecto de la interacción de la edad con el grupo PED, mostrando diferencias importantes en las pendientes (fig. 10B).

En la derivación C3 los efectos sobre el CP5 fueron la edad y la interacción del grupo pedagógico con la edad (fig. 10B).

En C4 el efecto sobre el CP1 fue la edad. Sobre el CP4 fue el sexo y sobre el CP5 la interacción de la edad con el grupo PED (fig. 10B) y la interacción de la edad por el sexo.

La variable edad mostró un efecto principalmente sobre dos formas de onda, en una de ellas con una deflexión positiva entre los 90-140 ms, se observó un aumento de la amplitud en función de la edad de T5, O1 y P3 en los PEVs a flash y O2 en los PEVs a



PED1 —————  
 PED2 .....  
 PED3 - - - - -

Figura 10 B

Figuras 10A y 10 B: Rectas de regresión lineal de los CP en función de la edad ( $p < 0.05$ ) en la estimulación con patrón. En cada eje de coordenadas hay una recta para cada evaluación pedagógica.

TABLA VI

Las variables con mayor relación (con significancia por debajo de 0.05) para las regiones centrales y parietales para la estimulación con patrón (m= pendiente, b=intercepto y P= probabilidad).

DER	VAR	PED1	PED2	PED3	NIÑOS	NIÑAS	PROB.	
C3	CP5	Edad	m=-0.16 b=1.76 P=0.132	m=0.01 b=-0.05 P=0.953	m=-0.47 b=4.22 P=0.003			m=-0.17 b=1.64 P=0.022
C4	CP1	Edad						m=-0.19 b=1.79 P=0.012
	CP4	Sexo						P=0.017
	CP5	Edad	m=-0.08 b=0.73 P=0.469	m=-0.26 b=2.23 P=0.039	m=0.46 b=-4.19 P=0.014	m=-0.28 b=2.58 P=0.02	m=0.21 b=-2.02 P=0.038	m=0.04 b=-0.35 P=0.626
P3	CP1	Edad	m=0.18 b=-1.67 P=0.046	m=0.02 b=-0.30 P=0.878	m=-0.51 b=4.71 P=0.006			
	CP2	PED						P=0.027
	CP5	Edad						m=0.22 b=-2.06 P=0.003
P4	CP1	Edad						m=-0.21 b=2.02 P=0.004
	CP2	Edad	m=0.09 b=-0.73 P=0.241	m=-0.02 b=0.22 P=0.886	m=-0.58 b=5.22 P=0.003			m=-0.11 b=1.06 P=0.142
	CP3	Edad						m=-0.19 b=1.86 P=0.009
	CP4	Edad						m=0.18 b=-1.71 P=0.016

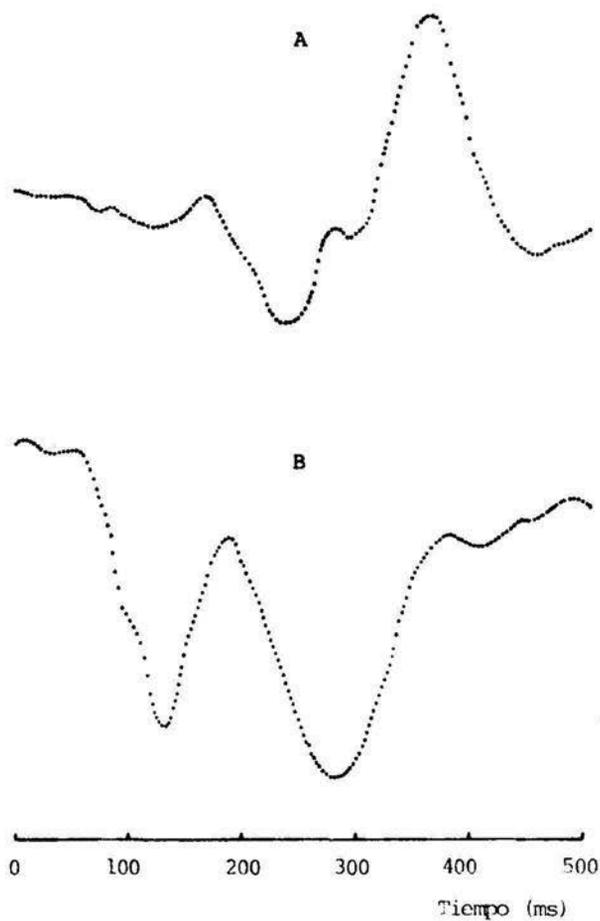
patrón, en la otra forma de onda, con una onda positiva en 130-190 ms, la amplitud tiende a disminuir con la edad en las regiones T5 y P3 de PEVs a flash y P4 de PEVs a patrón. En la estimulación con patrón se observó un efecto significativo de la edad con un componente positivo tardío (posterior a los 300 ms), que mostró una disminución de la amplitud con la edad, principalmente en las regiones T5, T6, O2, P4 y C4.

El sexo, por sí solo, ejerció un efecto significativo principalmente en los PEVs a flash, en donde las amplitudes de las ondas tempranas, anteriores a 100 ms, fueron mayores en las niñas que en los niños, mientras que en otro componente tardío (posterior a 350 ms) la amplitud fue mayor en los niños que en las niñas en casi todas las derivaciones estudiadas. En estímulos con patrón el efecto del sexo fue menos consistente.

La variable PED mostró poco efecto de manera individual sobre los componentes principales, su importancia fue mayor cuando se relacionó con la variable edad.

El efecto de la interacción de la edad con el grupo pedagógico se puede observar claramente en las figuras 9, 10A y 10B. Es posible observar un comportamiento distinto y contrario en el grupo de alto rendimiento (PED 1) comparado con el de bajo rendimiento (PED 3). Al comparar las gráficas con los componentes principales, podemos observar que existe una onda con un componente negativo en la latencia aproximada de 170-250 ms y una deflexión positiva a los 300-400 ms (fig. 11A), que mostraron tener mayor amplitud al aumentar la edad en los niños con PED 3 en todas las derivaciones y en las dos modalidades de estimulación que los niños de PED 1. También se observa un componente con morfología

más variable en PEVs a flash que a patrón con 4 ondas importantes, la primera es positiva y está en latencias anteriores a 100 ms, la segunda es negativa entre 130-180 ms, la tercera es positiva con latencia entre 190-230 ms y la cuarta que es negativa entre 290-310 ms (fig. 11B). Esta onda tiene mayor amplitud en función directa con la edad en los niños con PED 1 que en PED 3 para todas las derivaciones. El grupo de PED 2 tiene un comportamiento intermedio entre PED 1 y PED 3, acercándose hacia uno o hacia el otro. Al parecer existen dos formas de onda con un comportamiento opuesto entre los niños de PED 1 y PED 3. Estas diferencias se encuentran principalmente en regiones temporales y occipitales.



**Figura 11:** Formas de onda características de los componentes principales para PEVs a flash y patrón. Para más detalles ver el texto.

## DISCUSION

El Análisis de Componentes Principales hizo posible discriminar los efectos de la edad, el sexo, la categoría pedagógica y las interacciones entre la edad y la categoría pedagógica y entre la edad y el sexo.

Existieron componentes específicos, tanto en los PEVs a flash como al patrón, que se modificaron selectivamente por la edad: el componente con latencia 90-150 ms en T5, O1 y O2 aumentó con la edad, mientras que el componente en la latencia 140-200 disminuyó con la edad en P3 y T5 en el PEV a flash. Los efectos aislados de la edad parecen aún más claros en el PEV a patrón, demostrándose que existe un componente de latencia mayor a 400 ms en T5, T6, O2, P4 y C4 que disminuye con la edad y que existe otro componente de 150-200 ms que se incrementa con la edad en O1 y P3. Estos resultados son muy importantes porque demuestran que el efecto de la edad sobre los PEVs es algo más complejo que lo descrito en la literatura (Dustman, 1969; Spekrijse, 1977; Schanel-Klitsch, 1987).

En cuanto al sexo, fue posible identificar también componentes específicos para el PEV al flash en prácticamente todas las derivaciones estudiadas y para el PEV al patrón en las derivaciones del lado derecho. El componente con latencia mayor a 400 ms fue mayor en los niños que en las niñas en todas las derivaciones y el componente entre 140-200 ms fue mayor en las niñas en el caso de PEVs al flash. En el PEV al patrón la amplitud del componente de cuatro ondas descrito en la figura 11B fue mayor en el sexo masculino en O2 y menor en T6. Son escasos los estudios

que han intentado analizar los efectos del sexo sobre los PEVs, por lo que nuestros resultados son de gran valor, aunque existe dificultad para relacionarlos con otros estudios, pues en la literatura se ha hecho midiendo directamente la amplitud y la latencia de las ondas de los PEVs (Snyder y cols. 1981; Marche y cols, 1986, Landázuri, 1991) o en el cálculo de la potencia (Harmony, 1989).

La interacción entre la edad y el sexo pudo observarse en los PEVs a flash en T6, en donde los CP5 y CP6 aumentaron de amplitud en los niños y en el CP5 de C4 de los PEVs al patrón, en donde en los niños disminuyó, mientras que en las niñas aumentó, lo que resulta contradictorio a lo obtenido por Snyder y cols (1981), quienes observaron reducciones en la amplitud de manera más importante en las niñas que en los niños.

El efecto específico del grupo PED fue mínimo, ya que se presentó en los últimos componentes de los PEVs a flash. El componente de latencia 250-330 ms en P3 y C3 fue de mayor amplitud en el grupo PED2 que en PED1 y PED3. En el componente de latencia 220-280 ms de O1 hubo una disminución progresiva de amplitud de PED1 a PED3 en los PEVs a flash. En el potencial evocado a patrón en P3 el componente de más de 350 ms de latencia fue de mayor amplitud en PED1 que PED2 y PED3. Este resultado concuerda con los descritos por Connors (1971) y por Preston y cols (1974), de una disminución de la amplitud del potencial en el área parietal izquierda.

Los resultados más sobresalientes en relación con los PEVs fue la interacción entre grupo pedagógico y la edad. La existencia de dos formas de onda específicas que se modifican diferencialmente

con la edad dependiendo del grupo pedagógico en las áreas temporales y occipitales para los PEVs a flash y al patrón en todas las derivaciones, fue un hallazgo extraordinariamente consistente y de gran interés.

Las dos hipótesis fundamentales que se han propuesto para explicar los mecanismos neurofisiológicos implicados en los trastornos del aprendizaje son:

a) Un trastorno en la lateralización de las funciones (Trevarthen, 1983), observándose alteraciones a nivel del giro angular del hemisferio izquierdo por resonancia magnética nuclear (Duara et al. 1991) y alteraciones de la cisura de Silvio del lado izquierdo por medio de la Tomografía Computarizada (Fernández-Bouzas et al. 1990).

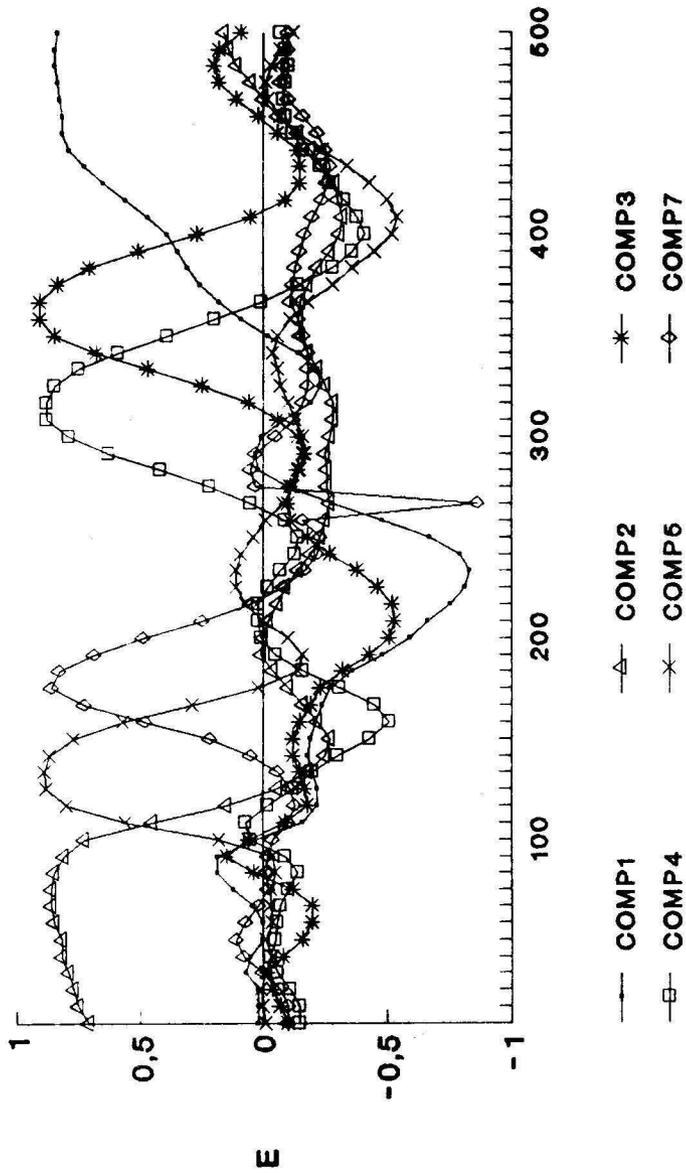
b) Un retraso en la maduración (Callaway et al. 1983), que propone que existen diferencias de la maduración del SN en los niños con trastornos del aprendizaje, ya que en muchos de ellos desaparecen los síntomas al llegar a una edad determinada. Sin embargo, Becker y cols (en prensa) en el estudio longitudinal de los PEVs en niños con diferente evaluación pedagógica encontraron que solamente en el grupo con déficit ligero en el aprendizaje existía un retraso en la maduración, pero que esto no sucedía en el grupo con alteraciones pedagógicas más severas.

Los resultados obtenidos en esta tesis indican que más que tratarse de un retraso en la maduración existe una alteración del patrón de maduración. A esto en electroencefalografía se le ha denominado desviación en el desarrollo por John y cols. (1983). Marosi y cols. (en prensa) han encontrado un patrón diferente de

maduración de las coherencias electroencefalográficas en los niños normales que en los niños con TA. Todos estos hallazgos nos hacen suponer que la alteración neural más evidente en los niños con TA sea la de una maduración anormal de su SN.

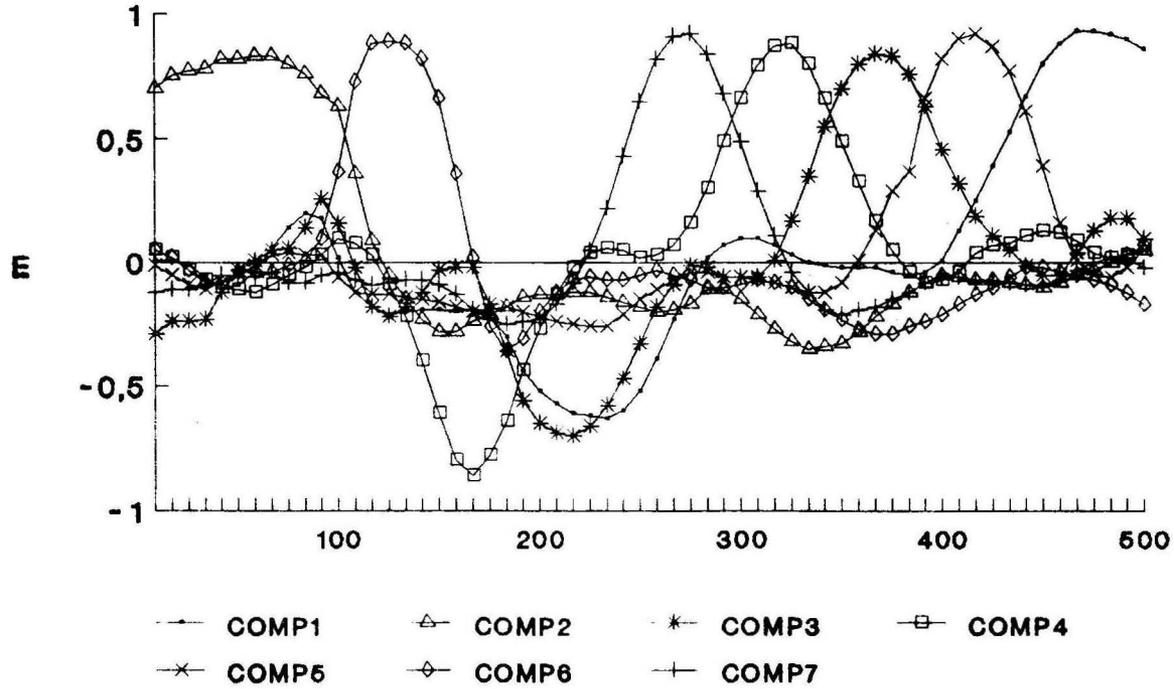
A P E N D I C E

# COMPONENTES PRINCIPALES T5 FLASH



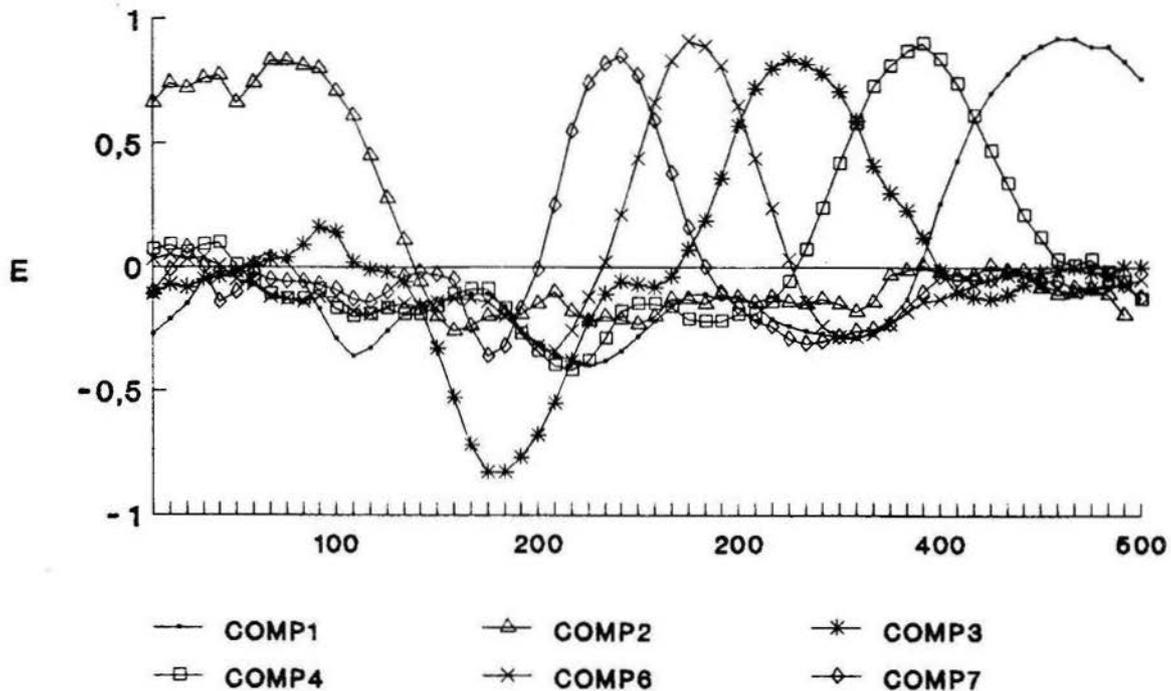
# COMPONENTES PRINCIPALES

## T6 FLASH



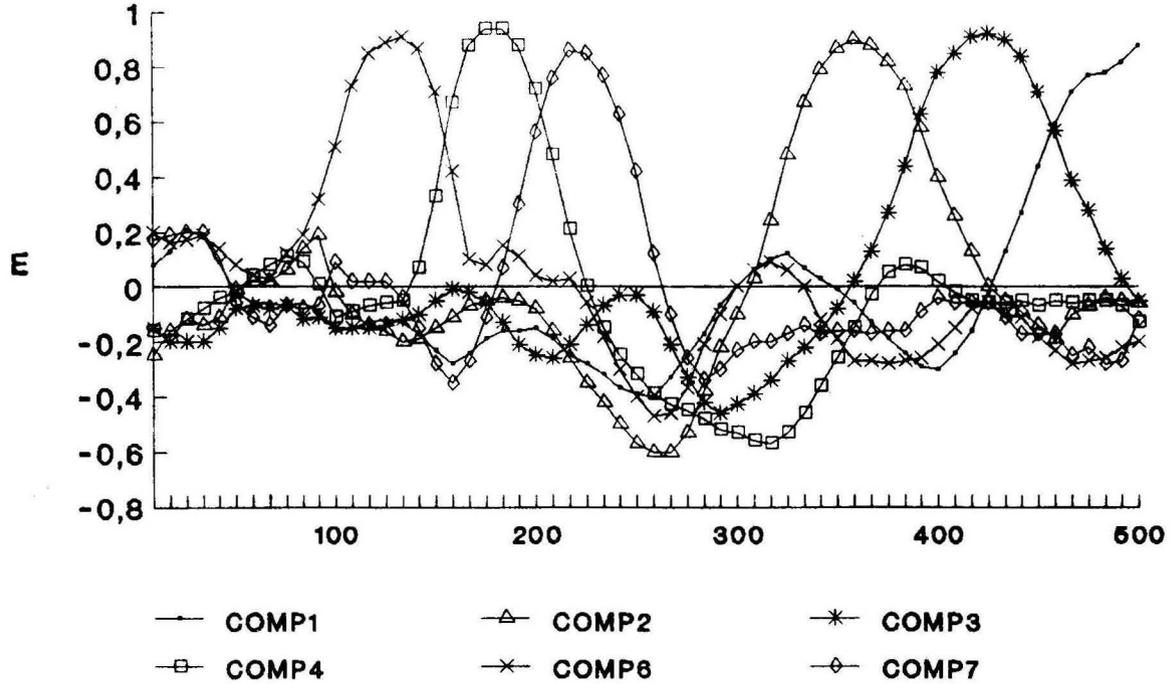
# COMPONENTES PRINCIPALES

## O1 FLASH



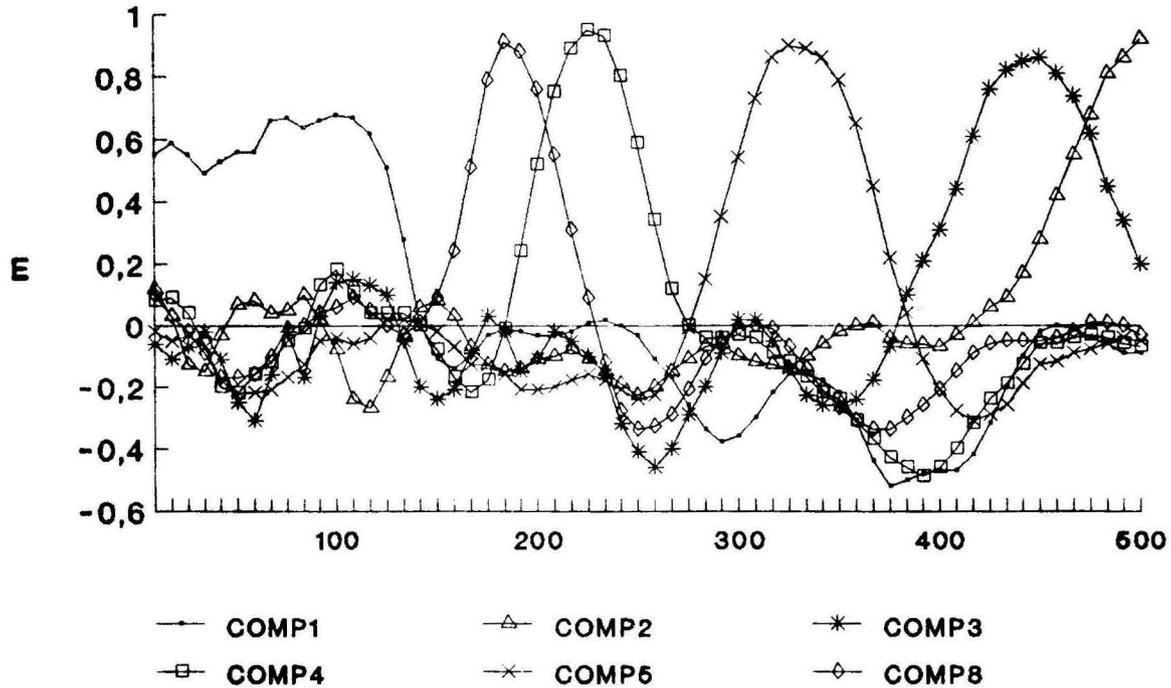
# COMPONENTES PRINCIPALES

## O2 FLASH



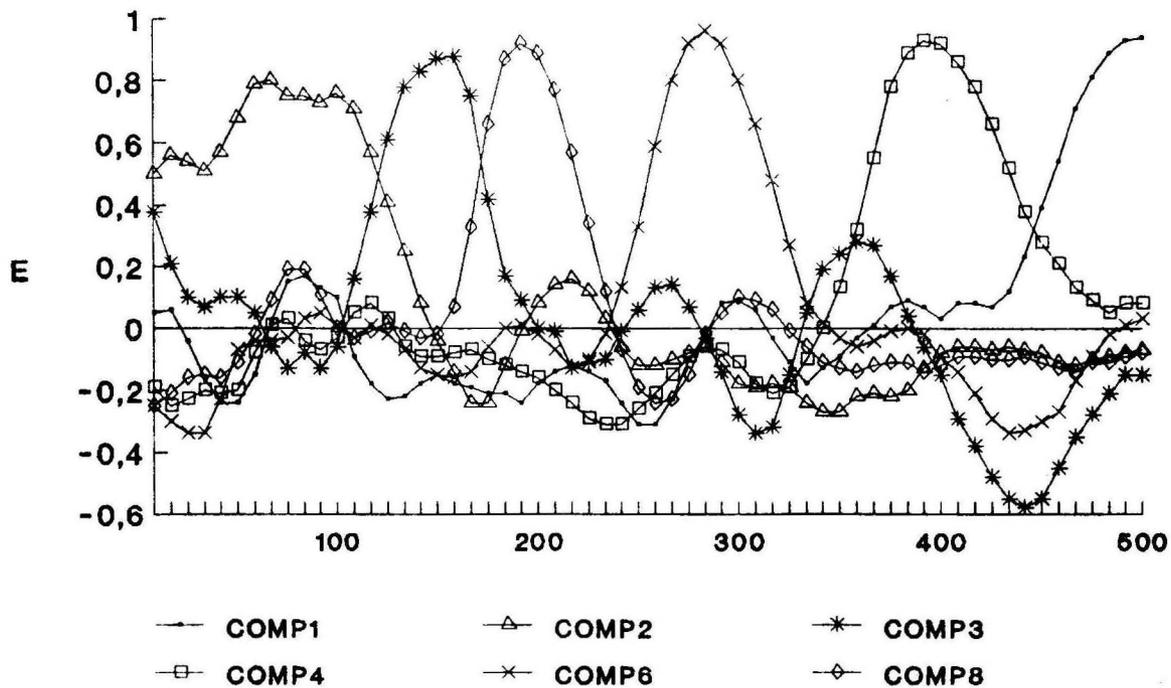
# COMPONENTES PRINCIPALES

## C3 FLASH



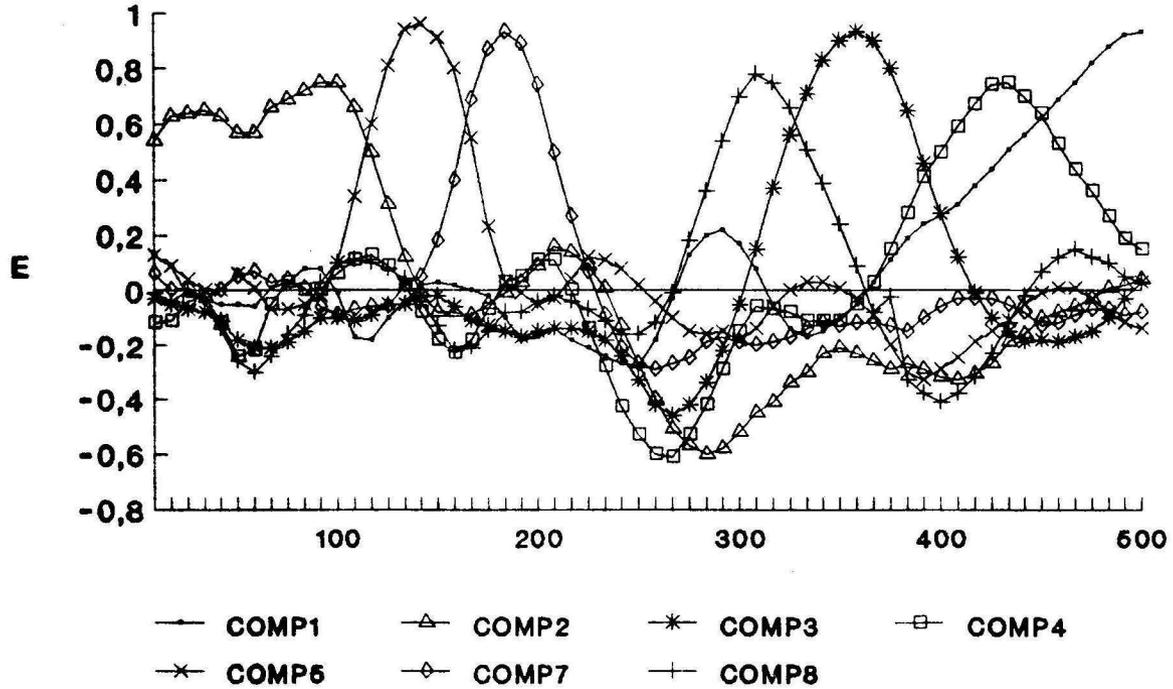
# COMPONENTES PRINCIPALES

## C4 FLASH

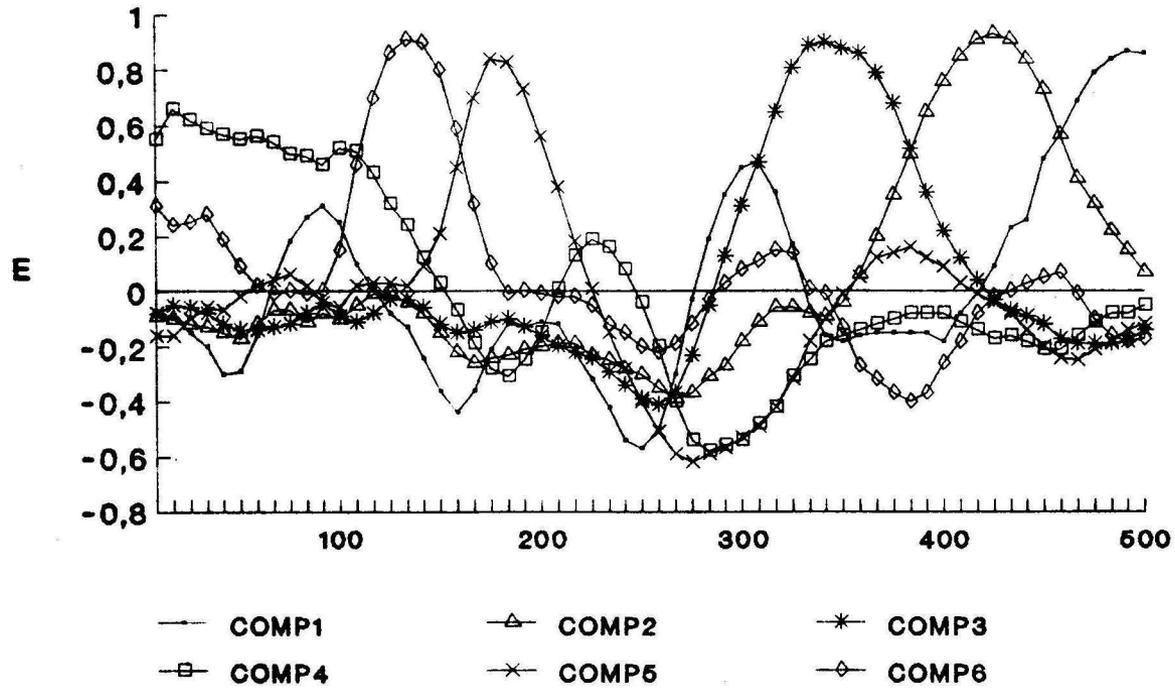


# COMPONENTES PRINCIPALES

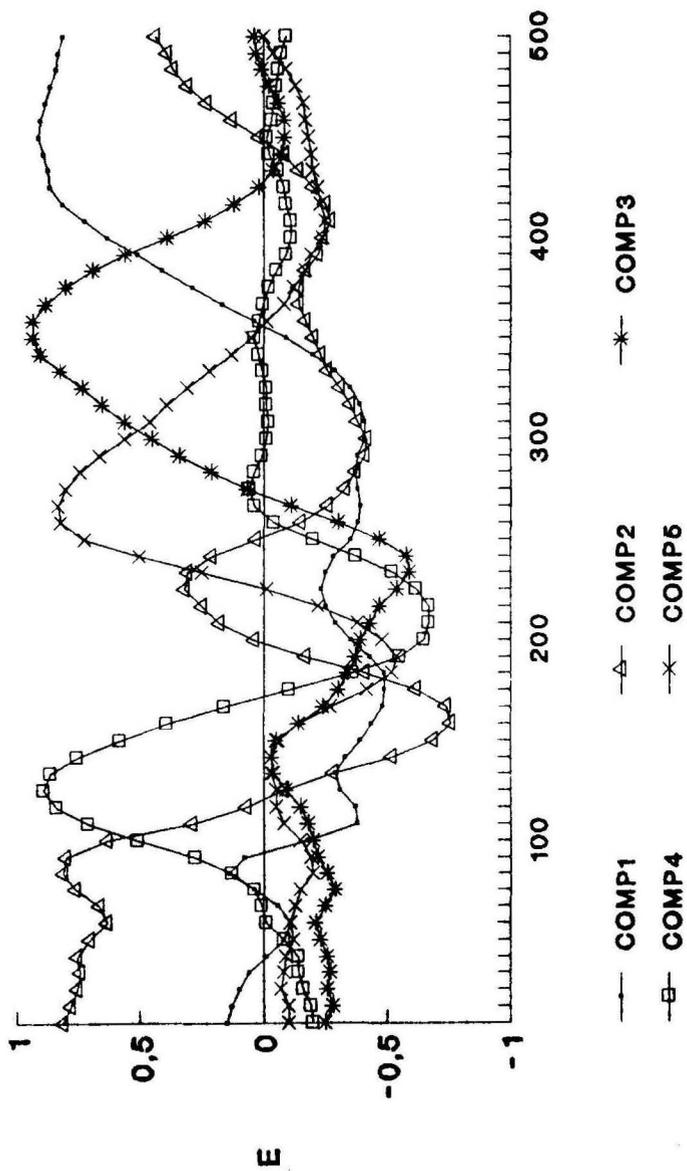
## P3 FLASH



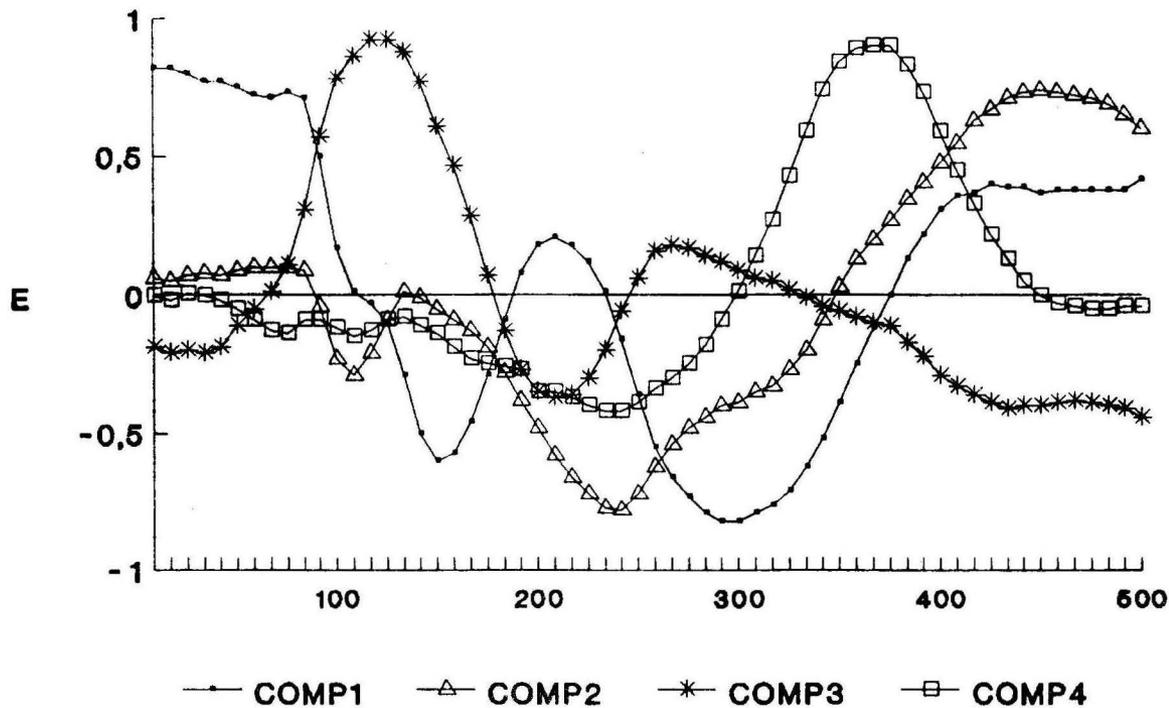
# COMPONENTES PRINCIPALES P4 FLASH



# COMPONENTES PRINCIPALES T5 PATRON

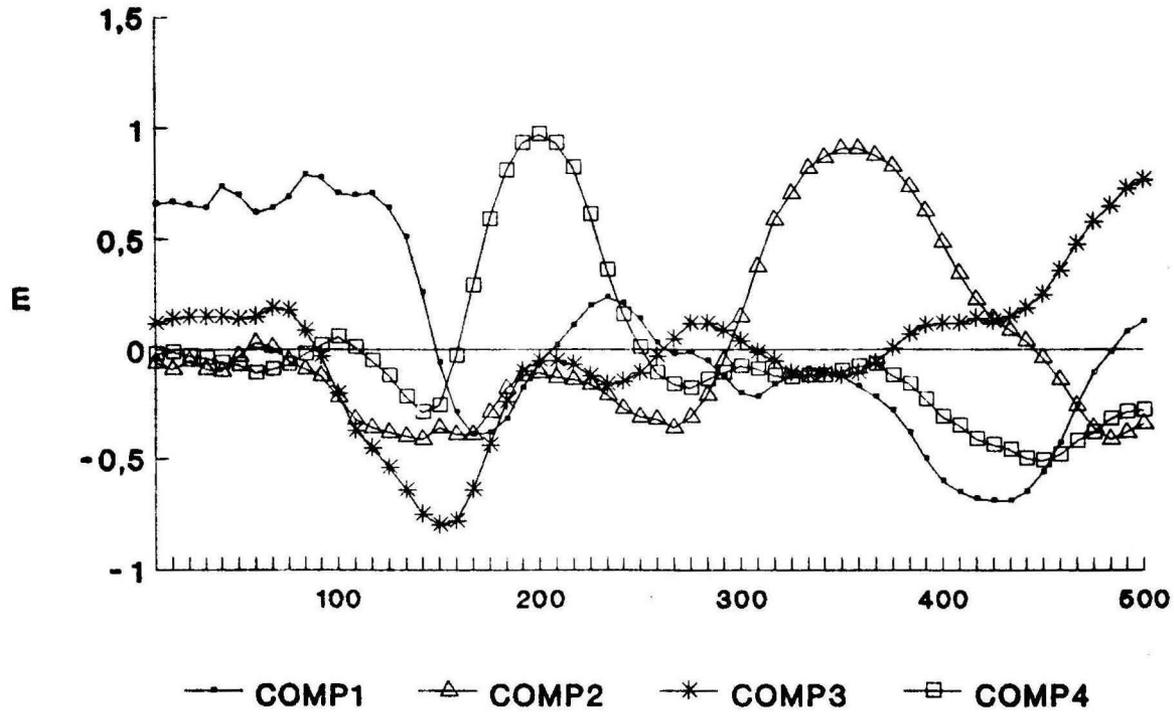


# COMPONENTES PRINCIPALES T6 PATRON



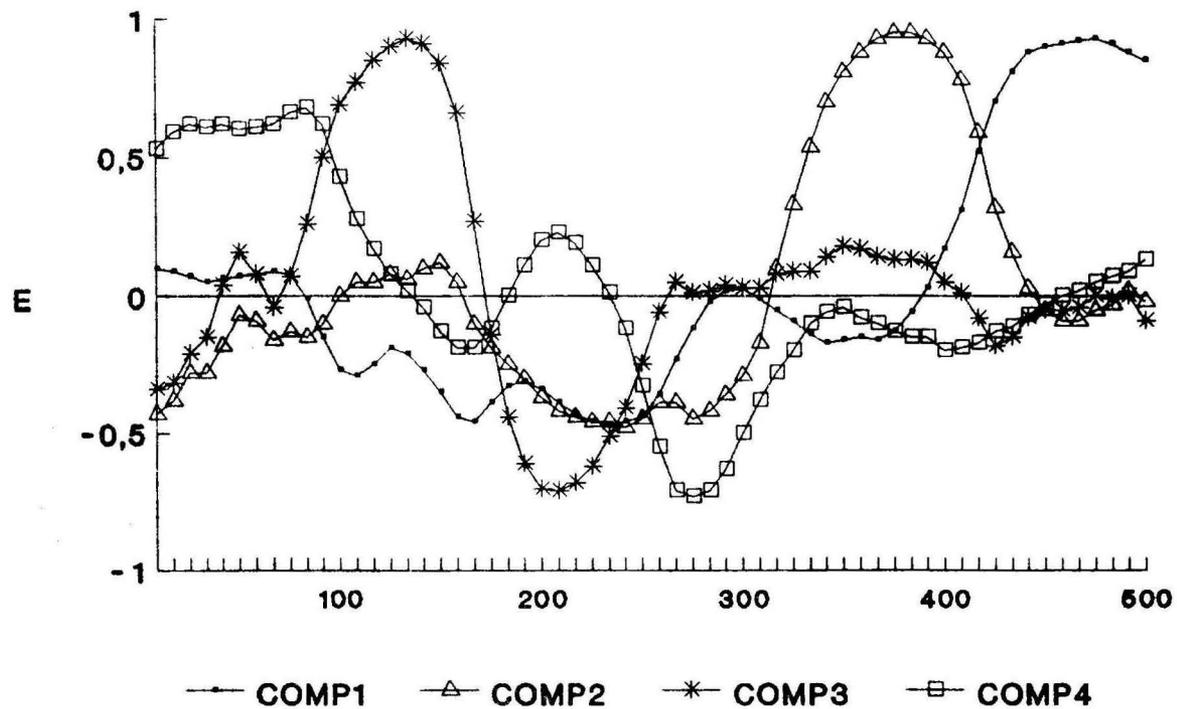
# COMPONENTES PRINCIPALES

## O1 PATRON



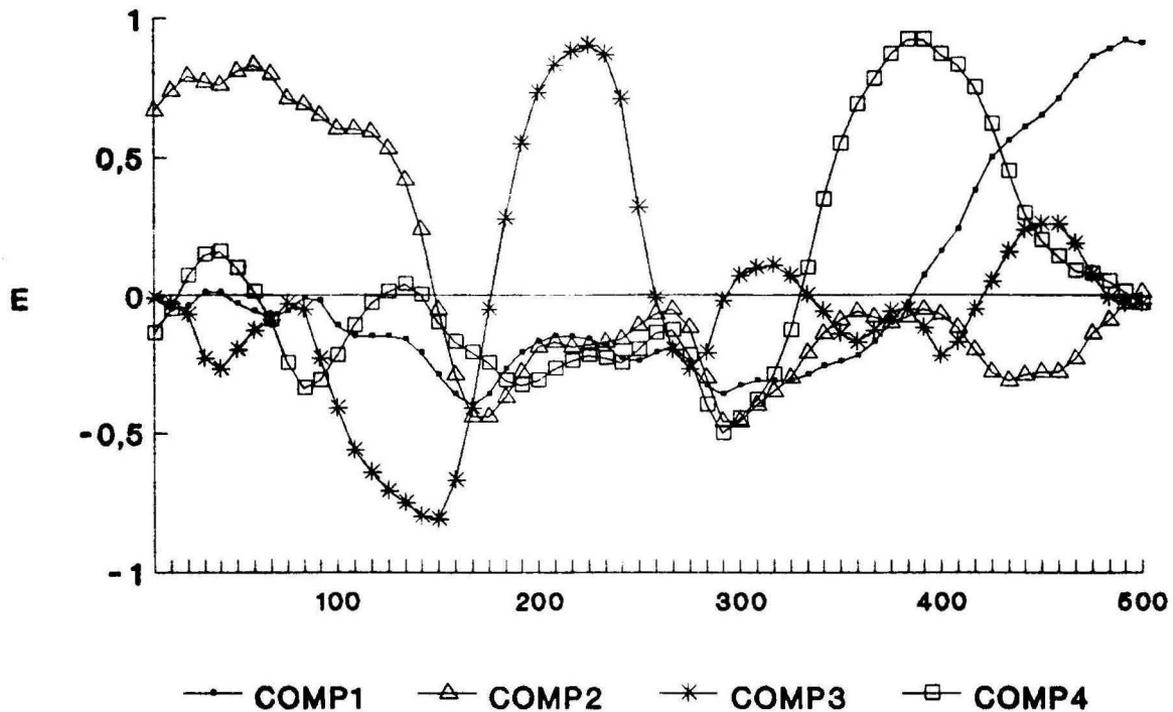
# COMPONENTES PRINCIPALES

## O2 PATRON



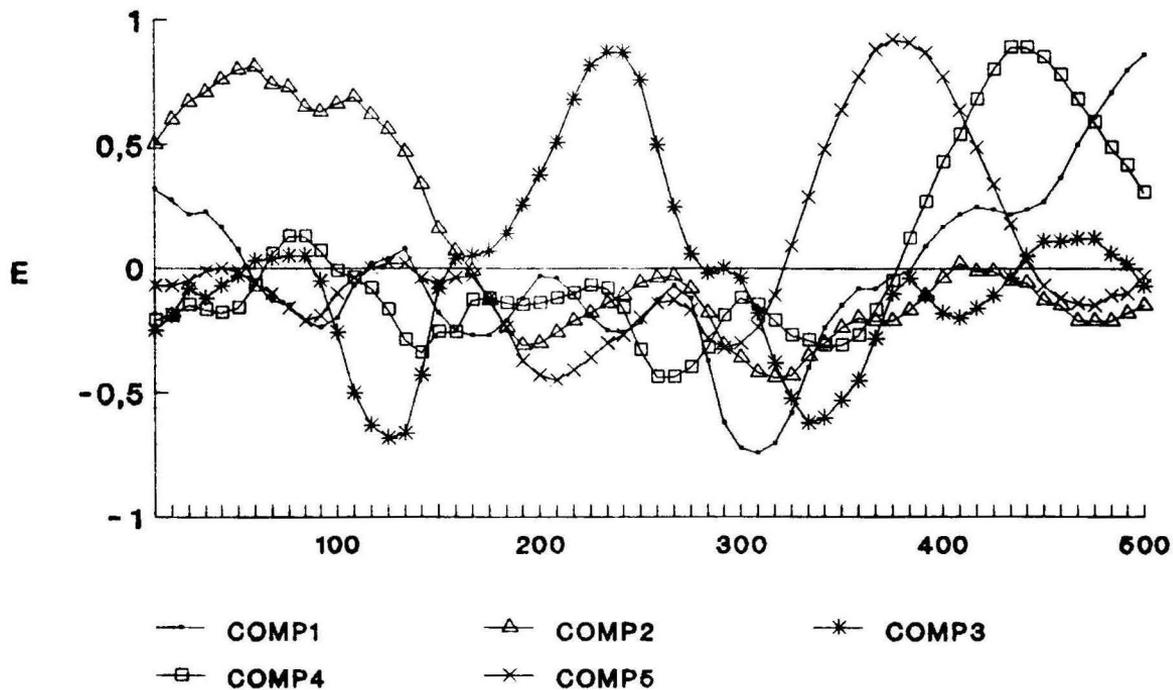
# COMPONENTES PRINCIPALES

## C3 PATRON



# COMPONENTES PRINCIPALES

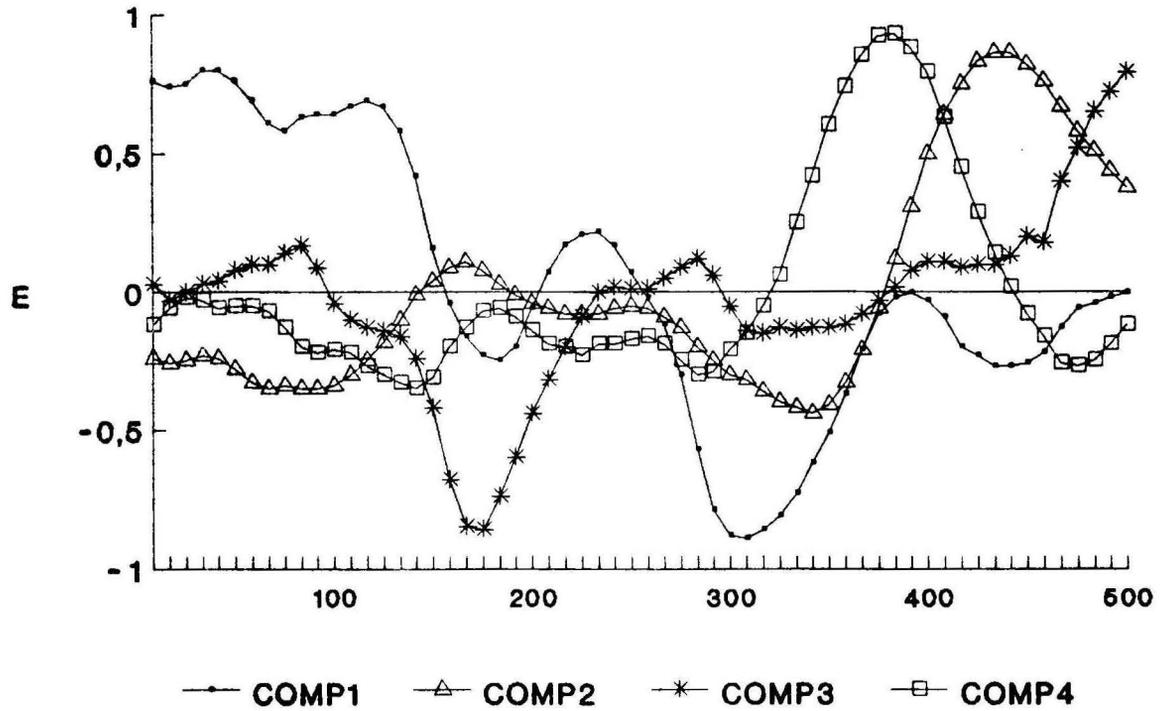
## C4 PATRON



# COMPONENTES PRINCIPALES

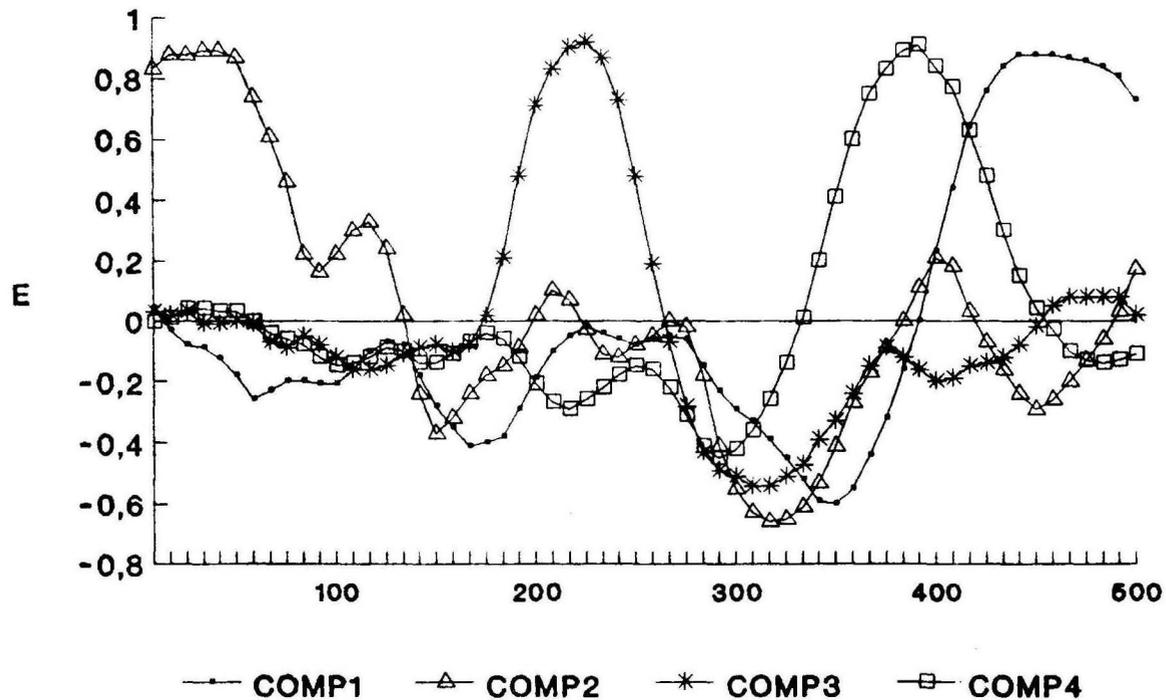
## P3 PATRON

70



# COMPONENTES PRINCIPALES

## P4 PATRON



## **BIBLIOGRAFIA**

- Ahn, H. Electroencephalographic Evoked Potentials Comparasions of Normal Children with Different Modes of Underachievement. Doctoral Dissertation, University of Iowa, 1977.
- Allison, T.; Y. Matsumiya; G.D. Goff y W.R. Goff. The Scalp Topography of Human Visual Evoked Potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1977,42:185-197.
- Berger, M.; W. Yule y M. Rutter. Attainment and Adjustment in Two Geographical Areas: II, The Prevalence of Specific Reading Retardation, *Brit. J. Psychiat.* 1975,126:510-519.
- Bernal, Jorge. Relación Entre una Prueba de Lecto-Escritura y los Potenciales Evocados Visuales. Tesis de licenciatura, Facultad de Psicología, UNAM. 1989, pp. 3-24.
- Bernal, J.; T. Harmony; E. Marosi; J. Becker; A. Reyes; M. Rodríguez; G. Hinojosa y C. Rocha. Correlation Between Visual Evoked Responses and a Educational Evaluation, *Neurosciences*, 1991,1:25-30.
- Blom, J.L.; P.G. Barth y S.L. Visser. The Visual Evoked Potential in the First Six Years of Life. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1980,48:395-405.
- Bodis-Wollner, I.; J.R. Brannan; M.F. Ghilardi y L.H. Mylin. The Importance of Phisiology to Visual Evoked Potentials. En J.E. Desmedt (Ed). *Visual Evoked Potentials*. New York, Elsevier, 1987.
- Buchsbaum, M.S.; R.I. Henkin y R.L. Christiansen. Age and Sex Differences in Averaged Evoked Responses in a Normal Populations, With Observation on Patients With Gonadal Dysgenesis. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1974,37:137-144.
- Callaway, E., R. Halliday y H. Naylor. Hyperactive Children's ERP Fail to Support Underarousal and Maturational Lag Theories. *Archives of General Psychiatry*, 1983,40:1243-1248.
- Carter, D. B. Academic Underachievement. Interdisciplinary Approach to Learning Disorders. En D.B. Carter (Ed.), New York, Chilton, 1970.
- Cobb, W.A. y G.D. Dawson. The Latency and Form in Man of the Occipital Potentials Evoked by Light Flashes. *Journal of Physiology*, 1960,152:108-121.
- Connors, C.K. Cortical Visual Evoked Responses in Children with Learning Disorders. *Psychophysiology*, 1971,7:418-428.
- Cousins, Candis y L. Duhl. Technology and Learning Disabilities. Congress of the United States. Office of Technology Assessment, 1983.

Dirección General de Educación Especial. La Educación Especial en México. S.E.P. Grupo Editorial Mexicano, S.A. de C.V., 1985.

Duara, Ranjan; A. Kushch; K. Gross-Glenn; W. Barker; B. Jallad; S. Pascal; D. Loewenstein; J. Sheldon; M. Rabin; B. Levin y H. Lubs. Neuroanatomic Differences Between Dyslexic and Normal Readers on Magnetic Resonance Imaging Scans. Archives of Neurology, 1991,48:410-416.

Dustman, R.E. y E.C. Beck. The Effects of Maturation and Aging on the Wave Form of Visually Evoked Potentials. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1969,26:2-11.

Elterman, R. D.; L. F. Daroff y L. F. Dell'Osso. Eye Movement Patterns in Dyslexic Children. J. Learning Disab., 1980,13:11-16.

Fernández-Bouzas, A.; F. Malacara; H. Ramírez; T. Harmony; J. Becker; E. Marosi; M. Rodríguez y A. Reyes. Computer Tomography in Children with Electrophysiological Abnormalities. International Journal of Neuroscience, 1990,56:247-253.

Ferris, G.S.; G.D. Davis; M. Dorsen y E.R. Hackett. Changes in Latency and Form of the Photically Induced Average Evoked Responses in Human Infants. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1967,22:305-312.

Galaburda, A. M. y T. Kemper. Cytoarchitectonic Abnormalities in Developmental Dyslexia: A Case Study. Ann. Neurology, 1979,6(2):94-100.

Goff, W. R.; T. Allison y H. G. Vaughan, Jr. The Functional Neuro-anatomy of Event-Related Potentials. En Callaway, E.; P. Tueting y S.H. Koslow (Eds). Event-Related Brain Potentials in Man. Academic Press, New York, 1978.

Harden, A. Clinical Use of ERG/VEP/EEG in Visual Disorders of Childhood. En Rothenberg, A. (Ed.). Event Related Potentials in Children. Elsevier Biomedical Press, Netherlands, 1982.

Harmony, T. Neurometric Assessment of Brain Dysfunction in Neurological Patient. Functional Neurosciences, Vol. 3, New Jersey: Lawrence Erlbaum Ass. 1984.

Harmony, T. Psychophysiological Evaluation of Children's Neuropsychological Disorders. En Cecil R. Reynolds y Elaine Flecher - Janzen (Eds.) Handbook of Clinical Child Neuropsychology, 1989:265-290.

Harmony, T.; M. Landázuri; E. Marosi; J. Becker; A.E. Díaz de León y A. Reyes. Effect of Some Factors on Visual Evoked Potentials in Children. Neuroscience, 1987,22:546.

Hinojosa, G. y C. Rocha. Evaluación de Lectura y Escritura en Niños de Primaria. V Coloquio de Investigación, ENEP-Iztacala

UNAM. 1985.

Hrbek, A.; P. Karlberg y T. Olsson. Development of Visual and Somatosensory Evoked Responses in Pre-term Newborn Infants. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1973,34:225-232.

John, E. R.; L. Prichep; H. Ahn; P. Easton; J. Fridman y H. Keye. Neurometric Evaluation of Cognitive Dysfunctions and Neurological Disorders in Children. *Progress in Neurobiology*, 1983,21:239-290.

John, E.R.; D.S. Ruchkin y J.S. Vidal. Measurement of Event-Related Potentials. En E. Callaway, P. Tueting y S.H. Koslow (Eds.), *Event-Related Brain Potentials in Man*. New York: Academic Press, 1978.

Kolata, G.B. Behavioral Teratology. *Science*, 1978,202:732-735.

LaMarche, J.A.; W.R. Dobson; N.B. Cohn y R.E. Dustman. Amplitudes of Visually Evoked Potentials to Patterned Stimuli: Age and Sex Comparisons. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1986,65:81-85.

Landázuri, M. Potenciales Evocados Visuales en Niños Normales y con Trastornos de Aprendizaje. Tesis de Maestría en Psicobiología. Facultad de Psicología, UNAM, 1991:11-35

Minskoff, J.G. Differential Approches to Prevalence Estimates of Learning Disabilities. *Ann. N.Y. Acad. Science*, 1973,205:139.

Newcomer, P.L. y P. Magee. The Performance of Learning Disabled Children on a Test of Spoken Language. *Reading Teacher*, 1977,30:896-900.

Pihl, R.O. Children Who Have Trouble Learning. *Yearbook of Science and the Future*. (Chicago: Encyclopedia Britanica, Inc., 1979).

Preston, M.S.; J.T. Guthrie y B. Childs. Visual Evoked Responses in Normal and Disabled Readers. *Psychophysiology*, 1974,11:452-457.

Preston, M.S.; J. Guthrie; I. Kirch; D. Gertman y B. Childs. VEPs in Normal and Disabled Adult Readers. *Psychophysiology*, 1977,14:8-14.

Roemer, Richard A.; Richard C. Josiassen y Charles Shagass. Comparing Principal Components Analyses of Evoked Potentials Recorded from Heterogeneous Groups of Subjets. *Psychophysiology*, 1990,27(1):101-110.

Rosenthal, J. Self Esteem in Dyslexic Children. *Academic Therapy*, 1973.

Schanel-Klitsch, E. y J.B. Siegfried. High Frecuency VEP Wavelets

in the Neonate. *Inf. Behav. Dev.*, 1987,10:325-336.

Shields, D. T. Brain Responses to Stimuli in Disorders of Information Processing. *J. Learning Disabilities*, 1973,6:37-41.

Silver, L. B. The Minimal Brain Dysfunction Syndrome. En J. Noshpitz (Ed.) *The Basic Handbook of Child Psychiatry*, New York:Basic Books, Inc. 1978, vol 2. IZT

Snyder, E.W.; R.E. Dustman y D.E. Shearer. Pattern Reversal Evoked Potential Amplitudes: Life Span Changes. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1981,52:429-434.

Sobotka, K.R. y J.G. May. Visual Evoked Potentials and Reaction Time in Normal and Dyslexic Children. *Psychophysiology*, 1977,14(1):18-24.

Sokol, S. Maturation of Visual Function Studied by Visual Evoked Potentials. En J.E. Desmedt (Ed). *Visual Evoked Potentials*. New York, Elsevier, 1990a.

Sokol, S. The Pattern Visual Evoked Potential in the Evaluation of Pediatric Patients. En J.E. Desmedt (Ed). *Visual Evoked Potentials*. New York, Elsevier, 1990b.

Spekreijse, H.; L.H. de Vries-Khoen y T.J. van der Berg. The Development of Luminance and Pattern EP's in Infants. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1977,43:576.

Trevarthen, C. Functional Relationship of Disconnected Hemisphere with the Brainstem and with Each Other: Monkey and Man. En Kinsbourne y Smith (Eds.), *Hemispheric Disconnection and Cerebral Function*. Springfield, 187-207.

Valdés, P.; T. Harmony y J. Ricardo. Clasificación de los Potenciales Evocados Visuales en el Hombre. *CENIC*, 1974,5:73-80.

Weber, B.A. y G.S. Omenn. Auditory and Visual Evoked Responses in Children with Familial Reading Disabilities. *Learning Disabilities*, 1975,10:32-37.

Wood, Charles C. y Gregory McCarthy. Principal Component Analysis of Event-Related Potentials: Simulation Studies Demonstrate Misallocation of Variance Across Components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1984,59:249-260.

