



30362  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

" I Z T A C A L A "

POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS  
CORTICALES EN NIÑOS NORMALES CON  
ALTO y BAJO RENDIMIENTO EN  
UNA PRUEBA DE ATENCION

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN NEUROCIENCIAS

P R E S E N T A :

MARIO ARTURO RODRIGUEZ CAMACHO

A S E S O R :

DRA. THALIA HARMONY BAILLET



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## INDICE

1.- INTRODUCCION.....	1
1.1.- La atención: Aspectos anatomo-funcionales y Bioquímicos.....	2
1.2.- Los Déficits de Atención en el Niño.....	2
1.3.- Los Potenciales Evocados.....	4
1.4.- Potenciales Evocados Auditivos.....	6
Potenciales Auditivos en el Alertamiento y la Atención...8	
Estudios con Potenciales Evocados que analizan los efectos de la atención en los niños.....	10
2.- TRABAJO EXPERIMENTAL.....	12
2.1.- Consideraciones sobre el experimento.....	12
2.2.- Hipótesis de Trabajo.....	12
3.- METODO.....	14
3.1.- Selección de la Muestra.....	14
3.2.- Prueba de Video-Juegos.....	14
3.3.- Evaluación de las Pruebas de video-juegos.....	16
Procedimiento:	
3.4.- Registro de los Potenciales Evocados Auditivos Corticales (PEAC).....	17
3.5.- Análisis de los PEAC.....	18
4.- RESULTADOS.....	20
4.1.- Pruebas de Video-Juegos.....	20
4.2.- Análisis de Picos y Latencias de los PEAC.....	21
4.3.- Análisis de Componentes Principales.....	34
5.- DISCUSION.....	49
5.1.- Análisis de las Amplitudes y Latencias de los Componentes de los PEAC.....	49
5.2.- Análisis de Componentes Principales.....	52
6.- CONCLUSIONES.....	57
7.- BIBLIOGRAFIA.....	59
8.- Apéndice.....	66

## RESUMEN

Existen numerosos estudios con potenciales evocados en niños con déficit en la Atención, no obstante la función de Alertamiento que permite sostener la Atención y prepararse para dar una respuesta al medio, ha sido poco explorada en niños utilizando esta técnica. El propósito de este estudio fue caracterizar electrofisiológicamente el Alertamiento y el Procesamiento de Información Auditiva en niños normales utilizando Potenciales Evocados Auditivos Corticales (PEAC). Estos niños diferían entre sí en su rendimiento ante una prueba computarizada de Atención.

Se evaluó a un grupo de 124 niños de ambos sexos, con un rango de edad y nivel socio-económico parecidos mediante una prueba en forma de video-juego que permitía conocer la ejecución del niño en tareas de atención auditiva y visual y también de aprendizaje. De este grupo se seleccionaron a los 18 niños con el más alto rendimiento (Grupo de Alto Rendimiento o GAR) y a los 18 con el más bajo rendimiento (Grupo de Bajo Rendimiento o GBR) para buscar en ellos diferencias en los componentes de los PEAC que muestran características distintivas en los procesos fisiológicos señalados. Estos componentes son N100, P200 y N200.

Se realizaron PEAC a los 36 escolares mencionados, estos eran de ambos sexos, clínicamente sanos, normoyentes, del mismo nivel socio-económico, y rango de edad entre 8 y 9.5 años. Los registros se realizaron en dos condiciones con distinta demanda de alertamiento: 1) Con los sujetos con los ojos abiertos sin atender al estímulo (reposo) y 2) En la misma situación, con el sujeto atendiendo los estímulos y respondiendo a cada uno de ellos apretando un botón (atención). La estimulación auditiva fue presentada en forma bilateral con audifonos, con un tono de 1600 Hz, 50 ms de duración y 60 dB de intensidad, aleatoriamente entre 500 y 1600 ms. de intervalo. Se obtuvo el promedio a 50 estímulos registrándose monopolarmente en C3, C4, T3, T4, P3, P4, Fz y Cz vs. A1 y A2 del Sistema Internacional 10-20. Los componentes de los PEAC se analizaron por medio de: A) Análisis de ondas y B) Análisis de Componentes Principales (ACP). En ambos tipos se llevaron a cabo comparaciones intergrupales (comportamiento en una condición dada de cada grupo) e intragrupal (cada grupo separadamente en el paso de una a otra condición).

Por análisis de ondas se mostró un aumento de la amplitud del componente N200, que se ha relacionado al procesamiento automático de información, en el GAR en las regiones: parietal derecha (P4) importante en el alertamiento y la ejecución motriz en relación a estímulos que son atendidos, y en la temporal, importante en el enfoque de la atención. Para los componentes N100 y P200 hubo un aumento de su amplitud, correlativo del aumento del alertamiento, solamente significativo en regiones temporales para el GAR.

Con el ACP, se mostraron diferencias intergrupales significativas en la condición de reposo en regiones temporales, lo que sugiere diferencias entre los niños desde las condiciones basales. Las diferencias intragrupal mostraron cambios también en las regiones parietales asociándose a los procesos que revelan

manejo automático de la información. Diferencias significativas semejantes - aunque mas discretas- se encontraron en regiones temporales.

Probablemente las diferencias encontradas apunten a la variabilidad del funcionamiento cerebral en niños normales, y los hallazgos de este trabajo representen el espectro de normalidad del cambio de estado de un alertamiento menor a uno mayor. Los resultados experimentales obtenidos nos permiten decir que el estudio de los potenciales evocados auditivos y su análisis por los dos métodos anotados, son muy sensibles en la caracterización fisiológica de los niños.

## INTRODUCCION

### 1.- La Atención:

La Atención es una función cognoscitiva muy importante en la relación del ser humano con su medio ambiente; es central a todas las funciones mentales superiores. El avance de las Neurociencias ha permitido el análisis fisiológico de dichas funciones revelándose para la atención un sistema anatómico que parece ser "básico para la selección de la información y su posterior procesamiento conciente" (Posner & Petersen, 1990), y aunque el conocimiento de estos sistemas es incompleto se han identificado algunos principios básicos de la organización del sistema de la atención.

Se ha propuesto que una de las funciones de la atención es que permite la selección de la información disponible para organizarla y dar una respuesta apropiada. Esta información proviene tanto del medio ambiente como de la memoria (medio ambiente interno), y las respuestas pueden ser tanto conductas manifiestas como cambios en el estado de alerta (Picton et al. 1978).

De acuerdo a Posner & Boies (1971) aunque el concepto de atención engloba un conjunto de fenómenos diversos, se destacan en ella tres mecanismos: a) el de selección de información, b) el de capacidad limitada y c) el de alertamiento que controla el estado global de los tres.

Se ha propuesto que la atención opera anatomofuncionalmente como una red neural (neural network) de modo que no puede ser considerada como función de una sola estructura (localizacionismo), ni la operación del cerebro como un todo (holismo) (Mesulam, 1990).

### Aspectos Anatomofuncionales y Bioquímicos:

Relacionando datos anatómicos y clínicos, Mirsky (1987) destaca los siguientes componentes o procesos de la atención, asignándoles sitios dentro del SNC: 1) La función de Enfoque sobre acontecimientos medioambientales es compartida por la Corteza Parietal Inferior y la Temporal Superior, así como otras estructuras del Cuerpo Estriado. La corteza parietal inferior y el cuerpo estriado intervienen en la ejecución de las respuestas motoras que se dan a eventos que exigen atención. Pribram & McGuiness (1975) dan a este conjunto el nombre de "Sistema de Activación" relacionándolo fundamentalmente con el "mantenimiento tónico de la capacidad para actuar" siendo necesaria su función en la disponibilidad motora (motor readiness). 2) El Sostentamiento de la atención está relacionado con porciones del Sistema Reticular Activador Ascendente (Moruzzi & Magoun, 1949) que incluyen núcleos de la formación reticular mesopontina y mesencefálica y núcleos talámicos reticulares y de la línea media. Esta vía ha sido estudiada en ratas, concluyéndose que es colinérgica y funciona promoviendo el paso de los impulsos hacia la corteza cerebral a través del tálamo "aumentando el impacto de estímulos extrapersonales sobre el organismo, y la disponibilidad para realizar respuestas motoras" (Steriade et al, 1990). 3) La detección y registro de la secuencia temporal de eventos (encoding) es esencialmente una función del hipocampo. 4) por último, la corteza prefrontal (lateral y cingulada) está involu-

crada en la capacidad de cambiar la atención de un aspecto sobresaliente del medio a otro. Lo anterior se resume en la Fig 0.

Un importante componente de la atención es la habilidad para prepararse, y sostener un estado de **alertamiento**, que sea la base para el procesamiento posterior de los eventos relevantes, la presente tesis trata de explorar este componente. Acerca de los sitios anatómicos implicados, un hallazgo consistente es que es necesaria la integridad del hemisferio derecho para mostrar y mantener el Alertamiento (Posner & Petersen, 1990; Heilman et al, 1985). Estudios experimentales en animales apuntan hacia los Sistemas Noradrenérgicos que parten del Locus Coeruleus en el tallo cerebral, y se lateralizan mayormente al hemisferio derecho. Su estimulación produce cambios importantes en el alertamiento, la vigilancia y están implicados en el despertar (Tucker & Williamson, 1984; Aston-Jones, 1981).

#### 1.2.- Los Déficit de Atención en el Niño:

El estudio de esta importante temática es abordado desde varios puntos de vista, destacando los enfoques psicológicos, neuro-psiquiátricos, farmacológicos, psicofisiológicos y combinaciones de estos. De gran importancia para el desarrollo del área de la Atención y sus déficits ha sido el constante interés por los niños que presentan Déficit Atencional (antes niños hiperquinéticos). Su valoración ha pasado por varias etapas conceptuales que han reflejado los aún escasos conocimientos fisiológicos que se tienen sobre el problema.

Se reporta una prevalencia estimada de un 2.5 a un 5% de la población de niños en edad escolar (Cacabelos, 1990). En México no se cuentan con cifras confiables al respecto, pero en hospitales de concentración ocupa el primer lugar en cuanto a frecuencia de diagnóstico (Macías Valadés & Verduzco, 1986); los déficits de atención son también un proceso fundamental subyacente en los trastornos de aprendizaje (Porgess, 1984).

La mayoría de los autores de este campo apuntan la necesidad del empleo conjunto de valoraciones fisiológicas y conductuales que proporcionen un mejor conocimiento de los mecanismos básicos de los déficits de atención (que son comunes a muchos trastornos de conducta). Esto también proporcionaría mejores métodos diagnósticos, ya que bajo el nombre de "trastornos de la atención" se incluye a una población mas bien heterogénea (Levine, 1982, 1987; Fleisher, 1984).

El avance tecnológico en la computación ha permitido introducir nuevas valoraciones en el ámbito de la psicología (Klee, 1983) que han mostrado altas correlaciones con pruebas psicométricas tradicionales en la evaluación de inatención, impulsividad e hiperactividad. Los video-juegos permiten el enmascaramiento de una evaluación directa, manteniendo el interés de los niños y evitándoles la sensación de inutilidad de la tarea que se les da a resolver (Morenza et al, 1987).

La Psicofisiología ha desarrollado conceptos y técnicas de medición basadas en la comprensión de procesos fisiológicos básicos y de modelos provenientes de la Psicología Cognoscitiva que tratan de explicar funciones nerviosas complejas. Entre las mediciones psicofisiológicas destacan las de la actividad eléctrica cerebral, que se han aplicado ampliamente en la evalua-

ción de las disfunciones neuropsicológicas en los niños (Harmony, 1989).

En esta tesis, se combinan valoraciones conductuales a través de video-juegos con medición de actividad eléctrica cerebral por medio de potenciales evocados en la valoración del Alertamiento y otros componentes de la Atención.

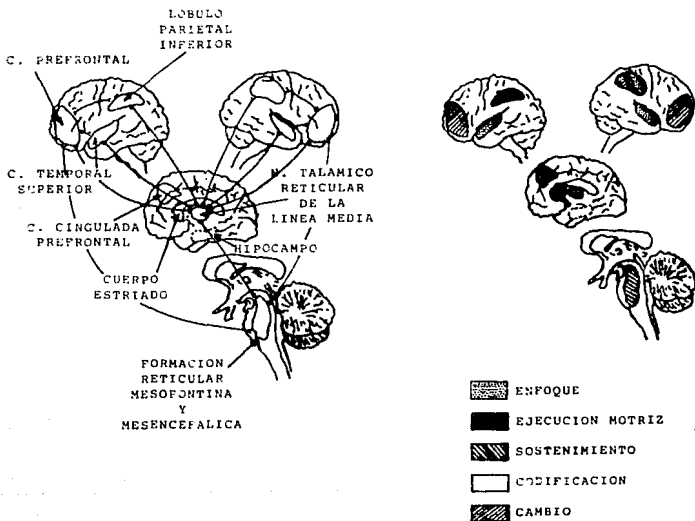


FIGURA 0. Del lado izquierdo se muestra una representación semiesquemática de las regiones del Sistema Nervioso Central involucradas en la atención, mostrando algunas interconexiones entre ellas. Esta representación se basa en estudios anatómicos y clínicos que apoyan el concepto de un Sistema para la Atención. Del lado derecho se muestra la relación entre los sitios anatómicos y los componentes funcionales de la Atención. (Tomado de Mirsky, 1987).



### 1.3.-Los Potenciales Evocados:

Los potenciales relacionados a eventos también llamados potenciales "provocados" o más comúnmente "potenciales evocados" son las respuestas eléctricas que el cerebro produce ante un estímulo (auditivo, visual, etc.), una respuesta motora o una etapa intermedia del procesamiento de información (nombre que la psicología cognoscitiva acuña para los procesos psicológicos como la atención, la percepción, la memoria, etc.). En otras palabras, es un cambio eléctrico cerebral en relación temporal con un evento físico o mental.

En cuestión de terminología, "potencial evocado" designa a las respuestas a estímulos sensoriales y se habla de "potenciales relacionados a eventos" para denominar las respuestas a una etapa del procesamiento de información. Ambos tipos pueden ser registrados en la superficie craneal mediante técnicas no invasivas. Usualmente, estos potenciales son demasiado pequeños como para observarlos en la actividad eléctrica de base del cerebro (electroencefalograma o EEG) por lo que se requiere de técnicas de promediación para su estudio (Fig. 1). El proceso de promediación requiere de la repetición del estímulo o evento al cual está ligado el potencial en el tiempo. Se asume que el potencial y el EEG de base son independientes para la promediación, y que el potencial permanece constante ante cada repetición del estímulo, de modo que en estimulaciones sucesivas el EEG tiende a desaparecer por no estar ligado al estímulo en el tiempo, resaltando los rasgos del potencial que sí lo está.

Los potenciales evocados (PE) consisten en una serie de cambios de voltaje que se visualizan como picos positivos y negativos y se presentan con distintos tiempos de ocurrencia (latencias) a partir de la presentación del estímulo. A estos picos de voltaje se les denomina componentes del PE y se designan con las letras P (Positivo) o N (Negativo) de acuerdo a su polaridad, seguidas de un número que indica su latencia (p. ej. N100) o su orden de aparición en la secuencia de componentes (p. ej. N2 es la segunda onda negativa en la secuencia del PE auditivo) (Hillyard & Picton, 1987).

Cualquier PE contiene múltiples componentes que pueden representar actividad eléctrica que se está dando a todos los niveles de un sistema sensorial desde el receptor hasta las complejas áreas de asociación de la corteza cerebral.

Los PE se registran en la superficie craneal, a distancia de las neuronas que los generan, y esto puede causar dificultades en su interpretación, pues en cualquier latencia considerada, múltiples áreas del cerebro pueden estar respondiendo al estímulo que "evoca" su actividad. Particularmente, aquellos componentes que aparecen unos 50 milisegundos (ms) después del estímulo pueden traslaparse, ya que varias estructuras generadoras se activan simultánea o paralelamente.

Desde el punto de vista de las bases fisiológicas es muy importante señalar que el supuesto básico en el estudio de los PE es que como resultado de un evento -estímulo- una población neuronal relacionada funcionalmente con él, produce un patrón de actividad eléctrica coherente en distintas regiones cerebrales con una secuencia temporal determinada por las conexiones anatómicas, los tiempos de transmisión y el estado global de

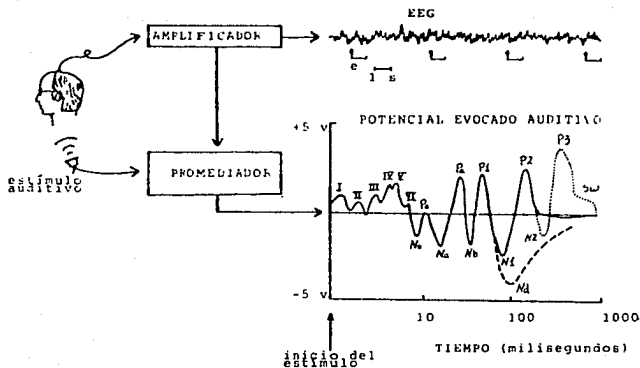


FIGURA 1. EL POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO Y SUS DIFERENTES COMPONENTES.

La escala logarítmica permite la visualización de: Los Potenciales del Tallo (ondas I-VII), Los Componentes de Latencia Media ( $N_a$ ,  $P_a$ ,  $N_b$ ) y Los Componentes de Latencia Larga ( $P_1$ ,  $N_1$ ,  $P_2$ ) así como los componentes "endógenos" relacionados a una tarea ( $N_d$ ,  $N_2$ ,  $F_3$  y  $SW$ ). Se grafica también el EEG de donde "emerge" el potencial evocado a través de la promediación. A la izquierda, reser del dispositivo de registro. (Tomado de Kutas & Hillyard, 1963).

excitabilidad que -en un momento dado- tenga dicha población neuronal; por lo que ante un estímulo claramente definido este patrón espacio-temporal contribuirá significativamente a la forma de onda que se obtenga al promediar varias respuestas sincronizadas con el estímulo (Harmony, 1983).

#### 14.-Potenciales Evocados Auditivos:

Un estímulo auditivo provoca actividad eléctrica en la vía auditiva, que puede registrarse desde la superficie craneal; los potenciales evocados por esta clase de estímulos se originan en diferentes estructuras desde la cóclea hasta la corteza auditiva (primaria y secundaria) (Picton et al, 1974) y de acuerdo a la latencia de su aparición se han clasificado en : a) tempranos (latencia 0-8 ms) mejor conocidos por "potenciales evocados auditivos del tallo cerebral" que consisten en una serie de ondas designadas de la I a la VII originadas a partir de estructuras nerviosas de niveles progresivamente más altos dentro del tallo cerebral. b) Respuestas de Latencia Media (8-45 ms) que son tres ondas con picos positivos marcadas con los nombres Po, Pa y Pb. El origen de estas respuestas es aún incierto, pero se involucran tanto al tálamo como a la corteza auditiva primaria en su generación, aunque también contienen un origen muscular. c) Respuestas de Latencia Larga (50-300 ms), llamadas respuestas auditivas corticales lentas, o simplemente Potenciales Evocados Auditivos Corticales (PEAC). En los adultos, estas respuestas son de las más comúnmente usadas en la investigación desde los trabajos de Davis (1963, 1964, 1966), Rapin (1966) y Picton et al (1974).

Se registran con mayor amplitud sobre la corteza frontal y la central, y consisten en una serie de ondas denominadas P1, N1, P2 y N2; de ellas se estudian con más frecuencia N1 (N100) pico positivo con latencia entre 80 y 120 ms, P2 (P200) pico positivo con latencia entre 150 y 220 ms, y N2 (N200) pico negativo con latencia entre 220 y 300 ms en el adulto (Polich et al 1988). Los PEAC se originan probablemente de generadores simultáneos que se encuentran tanto en la corteza auditiva específica como en la inespecífica, que dan los componentes temporales (Wolpaw & Penry, 1975; Wood & Wolpaw, 1982) en combinación con una activación más propagada de la corteza frontal de asociación (Picton et al, 1974 y Naatanen & Picton, 1987).

En bebés y niños pequeños (7-8 años) predominan los componentes P2 y N2, mientras que después de esta edad la forma de onda empieza a parecerse más a la del adulto, siendo más estable y reproducible (Davis et al, 1967; Mason & Mellor, 1984). En niños de 10 años, Callaway (1972) reporta una notable disminución en la variabilidad de los componentes de los PEAC. Goodin (1978) en un estudio longitudinal a varias edades señala que la forma típica de los potenciales auditivos corticales se alcanza a los 15 años de edad. Una representación de las respuestas auditivas en niños de 9 años se esquematiza en la Fig. 2.

Se ha desrito una considerable variabilidad inter e intraindividual en estos componentes (Storm van Leeuwen, Lopes da Silva, Kämp, 1975); por otra parte, las ondas de los PEAC son sensibles a cambios en los parámetros del estímulo, así como a cambios en las condiciones del sujeto experimental.

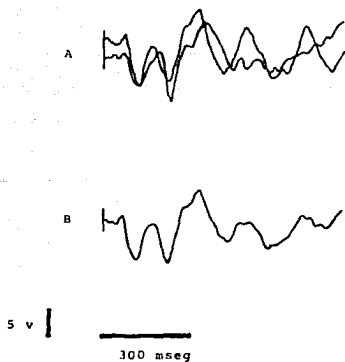


FIGURA 2. En A se representan dos respuestas a la estimulación auditiva sin promediar y en B se muestra el promedio de las respuestas anteriores con la forma típica del Potencial Evocado Auditivo (PEAC) a los 9 años. (Tomado de Martín et al, 1988).

PEAC y Cambios en los Parámetros del Estímulo: Se sabe que la amplitud del PEAC (sobre todo del componente N100) es directamente proporcional a la intensidad del estímulo (Rapin et al 1966). Si se reduce el intervalo inter-estímulo (IIE) hasta los 350 ms también hay un aumento considerable en la amplitud de N100 (Schwent et al, 1976). Los tonos binaurales aumentan en un 10% la amplitud de los PEAC en contraste con los monoaurales (Picton et al, 1978). No existen reportes sistemáticos de los efectos de los tonos, dado que en la mayor parte de los experimentos se utilizan clicks (que poseen una mezcla de frecuencias), no obstante trabajos de Butler, Picton y Naatanen (resumidos por Naatanen & Picton, 1987) han demostrado que "bajo ciertas condiciones de estimulación los cambios de amplitud de N1 (N100) pueden ser altamente específicos para los cambios en la frecuencia".

Las variaciones en los PEAC en relación al sujeto, son importantes en la explicación del presente trabajo, por lo que se incluyen en el siguiente apartado.

#### Potenciales Auditivos en el Alertamiento y la Atención:

De acuerdo a Hillyard, los humanos han desarrollado poderosos mecanismos de control sobre la atención para regular su capacidad de respuesta ante diferentes aspectos del ambiente. Estos sistemas de control se han clasificado como "intensivos" y "selectivos", (Berlyne 1970; Kahneman 1973; Posner 1975, citados por Hillyard, et al 1978). Los efectos "intensivos" en el procesamiento sensorial resultan de procesos tales como el Alertamiento y la Activación que incrementan la capacidad de respuesta de manera global para cualquier tipo de estímulo. Por otra parte, la llamada "Atención Selectiva" permite el procesamiento preferencial de una clase de estímulo, sobre otras clases.

En un principio, las investigaciones con PE incluyeron los procesos "intensivos" que tienen lugar en la atención, en el diseño de los experimentos. Posteriormente, Hillyard y Naatanen diseñaron paradigmas experimentales que estudiaban específicamente el proceso de "atención selectiva".

Los experimentos pioneros (Davis, 1964; Spong, 1965) mostraban que los componentes N100 y P200 eran sensibles a las manipulaciones de atención del sujeto. En un experimento del segundo autor, las amplitudes de dichos componentes aumentaron cuando la atención se dirigía a un tren de estímulos auditivos comparadas con las registradas cuando la atención se enfocaba en estímulos visuales. Este efecto se repitió en estudios donde se alternaban los estímulos atendidos e inatendidos para descartar efectos de alertamiento generalizado o estados motivacionales (Satterfield, 1965; Spong, 1965).

Otros estudios en donde tenía relevancia la ejecución de una tarea simple, fueron los de Gross (1965) que comparó los PEAC de los sujetos cuando contaban clicks (mayor amplitud) y cuando leían y no prestaban atención al estímulo (menor amplitud); los de Donchin (1966), Wilkinson (1966), Wilkinson & Morlock (1967) y Bostock & Jarvis (1970) que utilizaron como tarea el Tiempo de Reacción (TR), encontraron que a mejores ejecuciones había menores TR y mayores amplitudes de los componentes N100 y P200, sin cambios notables en las latencias. En el último de los estudios

mencionados, los sujetos permanecieron con los ojos cerrados y algunos comenzaron a aumentar su TR mientras caían en sueño, en estas condiciones se reportó un aumento significativo de la N200. Karlin (1970 y 1971) en experimentos con TR que intentaban descartar la influencia de componentes motores en las respuestas a estímulos atendidos, observó una negatividad que afectaba a los componentes N1, P2 y N2 relacionándolo a un aumento en la excitabilidad cortical (background arousal) asociado a la intención de responder al estímulo.

Fruhstorfer y Bergstrom (1969) investigaron las características de los PEAC durante estados de vigilancia disminuida, desde la fase en la que el sujeto estaba sentado con ojos abiertos, pasando por la del sujeto acostado, con ojos cerrados y finalmente empezando a dormir. Con mayores niveles de alertamiento la amplitud de N100 fue mayor a estímulos auditivos que no requerían atención. En la etapa intermedia no observaron mas que una pequeña disminución de amplitud de N100 y P200 (N1-P2 medida pico a pico), sin cambio de latencia, y caracterizaron la transición al sueño por un muy marcado aumento de N200 (P2-N2) y un pequeño incremento en P200 (N1-P2). Adicionalmente, hay que hacer notar que la mayor parte de estos estudios utilizaron el registro en vértex, o a lo sumo hicieron registro bipolar en derivaciones centrales (por ejemplo C3-O1). Fue en vértex y regiones centrales donde se evidenciaron los cambios descritos.

De acuerdo a la interpretación fisiológica de estos hechos, dada por Picton et al (1978) se piensa que los cambios de amplitud en N100 y P200 reflejan un incremento generalizado en la excitabilidad cortical mas que un cambio específico en el sistema auditivo. Asimismo Naatanen puntualizó que las tareas con alternancia de los estímulos permitían a los sujetos predecir la ocurrencia de los estímulos relevantes, alterándose así su estado fásico de alertamiento, de donde los cambios en la amplitud de los PE se relacionarían a alertamiento inespecífico y no a atención selectiva (Naatanen, 1967, 1975, citado por Hillyard & Picton, 1989).

Los escasos estudios que han intentado manipular el alertamiento generalizado independientemente de la atención han encontrado que tanto uno como la otra tienen efectos similares en los PE (un incremento de los componentes en las latencias entre 100 y 200. Eason & Dudley, 1971). No obstante, probablemente es imposible cambiar niveles de alertamiento en el estado de vigilia, sin motivar un cambio atencional. Así, el alertamiento puede reflejar el esfuerzo involucrado en la expansión de la capacidad atenta, siendo entonces difícil asegurarse de que hay cambios en los PE provocados por el alertamiento independientemente de la atención.

Es posible también que el aumento inespecífico de la excitabilidad cortical, independientemente del alertamiento, represente un aumento general en la "receptividad sensorial". Según Sokolov (Teoría del Reflejo de Orientación, 1963) "el cerebro posee un control general de permisividad sobre sus propias entradas sensoriales". Así, la percepción es mayor si un estímulo es interesante, placentero o importante y es menor si tiene las características contrarias. Esto también se asocia usualmente con la "Activación" conductual y con cambios periféricos tales como la tensión muscular aumentada, aumento de frecuencia cardíaca,

dilatación pupilar, además de desincronización del EEG y negatividad cortical aumentada. Desde los 50's, este proceso se relaciona directamente con la activación de la Formación Reticular (Moruzzi & Magoun, 1949; Hernández Peón, 1956 y 1966).

Las críticas metodológicas hechas por Naatanen y otros suscitaron cambios en los diseños experimentales orientándose los estudios electrofisiológicos hacia la "atención selectiva", algunas recomendaciones planteadas sobre este particular, incluían por ejemplo que: a) el estímulo físico dado al sujeto debía permanecer invariable, b) La presentación de estímulos atendidos y no atendidos debía ser impredecible (secuenciación aleatoria) para prevenir la instalación de estados de "anticipación" al estímulo atendido (Karlin, 1970). c) Diseños contrabalanceados para que la atención se dirija hacia las diferentes clases de estímulos cada vez; las comparaciones de PE atendidos contra no-atendidos debían mostrar cambios equivalentes en los componentes del PE para cada estímulo. d) Es deseable obtener medidas conductuales de ejecución al tiempo que se registran los PE, para comparar directamente los eventos psicológicos con los fisiológicos. Como resulta obvio, estos diseños excluyen los efectos relacionados con el alertamiento.

Un comentario aparte merece el componente P300. En relación a la Atención Selectiva, los PEAC que se registran en paradigmas en los que se incluye un "estímulo blanco", es decir, un sonido que aparece de forma infrecuente y requiere una respuesta por lo que tiene relevancia en la tarea de detectarlo, evoca un componente llamado P300 que ha sido ampliamente estudiado en Psicofisiología, relacionándolo con el procesamiento de información. En estudios de atención selectiva P300 representa la "fase tardía" de la atención, en la cual se supone que una vez que el "estímulo blanco" se ha detectado, recibe un procesamiento más detallado por parte del sistema de atención cerebral.

#### Estudios con Potenciales Evocados que analizan los efectos de la atención en los niños:

El estudio con Potenciales Evocados de los efectos de la atención en niños, se ha dirigido a tratar de discriminar a aquellos sujetos en los que se supone que este proceso está afectado, existiendo investigaciones realizadas en niños hiperquinéticos (Prichep et al, 1986; Callaway et al, 1983; Loiselle et al, 1980; Rosenthal & Allen, 1978), en niños con trastornos de aprendizaje (Musso & Harter, 1978) y con déficit de la atención (Holcomb et al, 1985, 1986).

Por tratarse aparentemente de mecanismos diferentes los que se ponen en juego durante la atención auditiva que durante la atención visual (Hillyard & Picton, 1987) referiremos exclusivamente los estudios con Potenciales Evocados Auditivos (PEA).

Prichep et al (1976) registraron los PEA utilizando el célebre paradigma usado por Sutton y cols (1965 citado por Prichep) para la generación de la onda P300: se presentaban clicks únicos y en pares aleatoriamente y el sujeto debía predecir si el estímulo iba a ser único, encontrándose en este caso que los hiperquinéticos tenían menor amplitud de P186 y mayor amplitud de N250 con respecto al grupo de sujetos control. En la segunda condición, al sujeto se le decía antes de la presentación

del estímulo si iba a ser un click único o doble. Los hiperquinéticos no modificaron los PEA en una u otra condición.

Loiselle et al (1980) estudiaron un grupo de niños de 12 a 14 años de edad, con el paradigma "oddball" (presentación aleatoria de secuencias de tonos relevantes e irrelevantes a cada oído por separado a una tasa muy rápida para detectar la presencia poco frecuente de tonos ligeramente más altos a los standard) encontrándose que la diferencia de amplitud de N100 y de P300 entre el canal atendido y el no atendido fue solamente significativo en el grupo control.

Holcomb et al (1986) con el mismo paradigma encontraron disminución de la amplitud de P300 en los niños con déficit de la atención y en niños con trastornos de aprendizaje.

Satterfield et al (1988) utilizando estímulos visuales y auditivos en tareas de discriminación o atención selectiva encontraron que N200 y Nd eran menores en los niños con déficit de la atención, no encontrando diferencias en P300, atribuyendo esto a la corta edad de los niños de la muestra (6 años). En estudios más antiguos de este mismo autor con niños hiperquinéticos, su hallazgo más importante fue el aumento de la amplitud de N200 en un paradigma de escucha pasiva, el cual relacionó a un estado de "menor alertamiento" (Satterfield et al, 1977, 1984).

En niños con dificultades para el deletreo, Brying y Jarvileto (1985) encontraron una disminución en la amplitud de N100 en Cz y aumento en la latencia del P200, así como una disminución de la amplitud de P300 en varias derivaciones.

Con un paradigma de registro pasivo, Pinkerton et al (1989) encontraron diferencias entre niños control y niños con dificultades en la lecto-escritura. Estas diferencias fueron disminución de la amplitud de N100 en las regiones centrales y temporal derecha y también disminución de la amplitud y latencia en la N200 "sin un patrón topográfico consistente".

En los experimentos referidos, excepto el último, se ha eliminado el efecto de los niveles de alertamiento, orientándose la mayor parte a observar diferencias en la onda P300, la que se supone que tiene su origen probablemente en hipocampo (Halgren et al 1980; McCarthy et al, 1982; Okada et al 1983) y en corteza de asociación. Las interpretaciones de los experimentos anteriores están hechas en el sentido de que en los niños con trastornos existe un procesamiento de la información más lento o ineficiente que se refleja en los PEA y se expresa conductualmente.

En los niños con déficit en la atención se considera tradicionalmente que existe un bajo nivel de función noradrenérgica de alertamiento (Barkley, 1977), produciéndose el efecto de la anfetamina y metilfenidato por sus acciones centrales catecolaminérgicas. La vía noradrenérgica primaria se origina en el locus coeruleus y se proyecta ampliamente al Sistema Nervioso Central (Tucker & Williamson, 1984), por lo que el niño con déficit atencional no tiene un alertamiento cortical adecuado.



## TRABAJO EXPERIMENTAL

### 2.1- Consideraciones sobre el Experimento

El objetivo a largo plazo de este estudio es el desarrollo de un método simple de valoración de los niños con posibles deficiencias en la atención. Consideramos que el aspecto más importante a estudiar electrofisiológicamente es una situación sencilla de alertamiento por medio de una prueba simple de tiempo de reacción, ya que en ella no se excluye el efecto del alertamiento que es el que más nos interesa conocer. Por esta razón decidimos hacer un estudio piloto en niños totalmente normales seleccionados exclusivamente en base a su ejecución en una tarea de atención. De encontrar diferencias entre estos grupos, es probable que se detecten diferencias aún mayores en niños en los que clínicamente se considera que tienen problemas de atención.

Para evaluar los procesos de atención en los niños, se diseñó una prueba en forma de videojuegos que permite conocer la ejecución del sujeto en tareas de atención visual y auditiva, y en tareas de aprendizaje. Este procedimiento se aplicó a un gran número de sujetos para poder seleccionar a los niños con mejor y peor rendimiento en la prueba, y estudiar en ellos los PEAC.

Se estudiaron los PEAC por medio del análisis tradicional de ondas y las medidas de latencia. Estudios con potenciales visuales en los que se han comparado amplitudes y latencias en niños con distintos niveles de inteligencia han encontrado diferencias tanto en las amplitudes, (Rhodes, Dustman & Beck, 1969; Goldman et al, 1981) como en las latencias (Ertl & Schaffer, 1969), por lo que incluimos ambas medidas en este trabajo. El segundo análisis de los PEAC se hará por medio de una técnica de Estadística Multivariada denominada Análisis de Componentes Principales (Donchin & Heffley III, 1978).

### 2.2- Hipótesis de Trabajo:

Nuestras hipótesis de trabajo fueron las siguientes:

Primera) En los niños con mejor rendimiento en las pruebas de atención, (denominado Grupo de Alto Rendimiento o GAR) se podrían observar diferencias en los PEA recogidos durante el reposo comparándolos con los obtenidos en la tarea de tiempo de reacción ("atención"). Estas diferencias consistirían en un incremento de la amplitud de N100 (medida de pico a pico como P1-N1) y de P200 (N1-P2) durante la atención, y una posible reducción en sus latencias. Esto se observaría fundamentalmente en derivaciones centrales, vértex y frontales, ya que los estudios referidos evidenciaron cambios en vértex y regiones centrales. Más recientemente los estudios de Hillyard (1973) y Swent (1976) encontraron cambios en N100 en la derivación Fz.

Segunda) En los niños con peor rendimiento en las pruebas de atención, (llamado Grupo de Bajo Rendimiento o GBR) estas diferencias serían menos marcadas.

Tercera) Podrían observarse diferencias entre el primero y segundo grupos tanto en reposo como durante la atención, el

primer grupo (GAR) con mayor amplitud de N100 en ambas condiciones así como menor latencia. Estas diferencias señalarían diferentes niveles de alertamiento aún en condiciones basales.

En cuanto al componente N200, mencionamos que Pritchep (1976) y Satterfield et al (1977, 1984) relacionan su aumento a un estado disminuido de alertamiento, al realizar una tarea de expectancia (Pritchep), o en condiciones pasivas (Satterfield), asociado en ambos casos a la disminución del componente P200 (esto último interpretado como signo de distracción). Otros estudios en niños con trastornos no mencionan este componente o no le dan una interpretación fisiológica (p ej. Pinkerton, 1989). Por otra parte, estudios en adultos con periodos largos de vigilancia y haciendo TR, o en sueño, asocian a N200 con la entrada progresiva al sueño.

Cuarta) Nos proponemos explorar el comportamiento de N200 en condiciones pasivas y en una tarea de TR de corta duración. La hipótesis es que posiblemente el GAR mostrará menor amplitud de este componente al paso del reposo a la atención.

Por otra parte, en los niños es a veces muy difícil identificar todas las ondas descritas en los PEA corticales dada la gran variabilidad de tales ondas, por lo que proponemos que mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP) se puedan identificar las formas de onda que caracterizan al PEA cortical y utilizar los valores correspondientes en cada sujeto para evaluar y comparar los cambios de los potenciales evocados durante la atención en ambos grupos. En este sentido, nuestra quinta hipótesis de trabajo fue:

Quinta) Las diferencias tanto entre el reposo y la atención como entre los grupos en cada una de las condiciones podrían mostrarse en mayor número y con más facilidad en algunos factores -o componentes- resultantes del ACP que por medio del análisis tradicional de las ondas.

## M E T O D O

### 3.1.- Selección de la Muestra:

Para seleccionar a los escolares que intervinieron en este trabajo, se utilizó el criterio de que estuvieran en el mismo rango de edad, con objeto de eliminar la variabilidad que esta introduce en los potenciales evocados (Dustman et al 1969). Así, se escogieron escolares de ambos sexos que cursaban el 3er grado de primaria en dos escuelas oficiales próximas al campus de la ENEP Iztacala, previa explicación y plena autorización para el experimento de parte de las autoridades escolares y los padres de familia. El nivel socioeconómico de los sujetos registrados era un nivel medio, y era homogéneo para ambos grupos, lo que se comprobó mediante una entrevista que investigaba estos aspectos.

El total de escolares muestreados con la prueba computarizada fue de 124: 66 de sexo femenino y 58 de sexo masculino con rango de edad entre 8 1/2 y 9 1/2 años.

A todos ellos se les aplicó la Prueba de Video-Juegos dentro de las instalaciones de su escuela, en forma individual y en un cuarto diferente al de su salón de clase con condiciones ambientales que permitieron llevar a cabo la evaluación. Los niños recibieron instrucciones de la tarea una vez que se familiarizaron con el personal y con la computadora.

### 3.2.- Prueba de Video-Juegos:

Desarrollada para computadora PC por Hinojosa (1986), se clasificaría como un test "objetivo" pues está diseñada para que el sujeto sólo lea las instrucciones, el evaluador sólo interviene en la aclaración de dudas y la retroalimentación en la ejecución. El programa de la prueba también efectúa la evaluación de cada prueba.

Fue aplicada a través de una computadora portátil ("Tele-video modelo TPC II S/D") con monitor monocromático de 19.7 x 14.5 cm.

La prueba contiene 3 módulos que aparecen en orden sucesivo, diseñados para evaluar:

- 1.- Atención Visual
- 2.- Atención Auditiva
- 3.- Aprendizaje-ejecución

El Módulo de Atención Visual denominado "Juego del Número 5" consiste en la aparición aleatoria en el monitor de dígitos del 0 al 9; la instrucción es responder apretando una tecla cualquiera cada vez que aparece el "5". Cada dígito dura 1 segundo en pantalla, tiempo en el que también se registra la respuesta. El intervalo interdígito también es de 1 segundo.

En la evaluación de la prueba se registra el número de "aciertos" (si se presiona la tecla cuando aparece el 5), "descuidos" (al no accionar la tecla cuando el 5 aparece) y "Falsas alarmas" (si se aprieta la tecla al aparecer un dígito diferente al 5).

El juego se divide en cinco etapas, de grado de dificultad creciente, dado que en la primera el dígito sólo aparece al centro de la pantalla; en la segunda aparecen dígitos al centro y en el ángulo superior izquierdo, luego también el ángulo superior derecho (3a etapa) y finalmente, también en cada uno de los ángulos inferiores del monitor (4a y 5a etapas). El 5 aparece aleatoriamente un total de 10 veces en cada etapa, a menos que se contabilicen menos de 3 aciertos en alguna de ellas, de ocurrir esto, el juego se suspende.

En el Módulo de atención auditiva llamado en la prueba "Juego de la Oreja" se pide al sujeto que con la máxima rapidez posible, apriete una tecla cualquiera en el instante en que empiece a oír un tono generado por la computadora, y la mantenga apretada hasta que deje de oírlo (en este momento suelta la tecla). Se presentan 20 estímulos de inicio y duración aleatorios al tiempo que en la pantalla aparece una figura espiral que recorre de un lado a otro el monitor, y que se utiliza como distractor. En este juego se evalúa la "latencia inicial" como el tiempo que transcurre entre la aparición del tono y el accionar la tecla, y la "latencia final" que es el intervalo entre el fin del tono y el dejar de apretar la tecla. Ambas latencias se miden en milisegundos (ms).

El Módulo de Aprendizaje-Ejecución es llamado "juego de los tanques". En éste el sujeto podía accionar la figura de un tanque mediante el teclado a las posiciones de arriba, enmedio y abajo de la pantalla (una tecla para cada posición). La instrucción en el juego fue ponerse a salvo de las balas disparadas por tres tanques enemigos colocados cada uno en las posiciones mencionadas; en cada ensayo disparan aleatoriamente dos tanques, de modo que para eludir las balas es necesario colocarse frente a aquel tanque que no dispara. La velocidad de los disparos enemigos es variable y está determinada por la ejecución del sujeto, de modo que si escapaba en un ensayo, en el siguiente la velocidad aumentaba, si no, disminuía. Se dan 150 ensayos. La evaluación de este juego esta dada por un gráfico de número de eventos vs retardo en ejecución (en unidades arbitrarias convertibles a ms) que permite visualizar la evolución de la ejecución del sujeto -quien generalmente va disminuyendo su retardo de ejecución hacia el final de la prueba-. Asimismo la computadora realiza el promedio del retardo de ejecución de los 50 ensayos finales. lo cual informa globalmente del retardo promedio cuando ya se obtuvo una "buena" ejecución, o sea cuando ya se ha aprendido a jugar.

### 3.3 Evaluación de las Pruebas de Video Juegos:

Cada módulo de Prueba de Video-Juegos se evaluó por separado:

1.- Atención Visual: Para obtener el resultado numérico en este módulo multiplicamos el número de "aciertos" en cada etapa por el número de posiciones en que podían aparecer dígitos, teniendo en cuenta que a mayor número de posiciones la dificultad de localizar el dígito blanco es mayor.

Del mismo modo, a la puntuación de aciertos se restó la del número de "descuidos" y "falsas alarmas" multiplicada por el número de posiciones de cada etapa.

Podríamos sintetizar lo anterior en una expresión matemática en la que A = número de aciertos y D = número de descuidos:

$$\text{Valor de Atención Visual} = [Ax1+Ax2+\dots+Ax5] - [Dx1+Dx2+\dots+Dx5]$$

2.- Atención Auditiva: En esta se obtuvieron por separado los promedios de las latencias iniciales y finales de 20 ensayos, para cada sujeto.

Cabe mencionar que en ambas medidas de latencia, un valor absoluto pequeño de latencia refleja una mejor ejecución. Con el objeto de lograr que las mejores ejecuciones se expresaran con valores absolutos más grandes, realizamos la resta de 100 menos el valor de latencia, obteniéndose así que un pequeño valor de latencia (buena ejecución) tuviera un valor absoluto grande, quedando expresado así:

$$\text{Valor de Atención Auditiva} = 100-Li + 100-Lf$$

donde: Li es el promedio de las Latencias Iniciales y

Lf es el promedio de las Latencias Finales.

3.- Aprendizaje-Ejecución: En este módulo sólo se consideró el promedio de los últimos 50 ensayos que en unidades arbitrarias de tiempo refleja en una cifra de 4 dígitos, el retardo de ejecución, con un valor tope máximo de 10 000 que indicaría un retardo máximo y la peor ejecución posible.

Como en el caso anterior, valores absolutos pequeños indican un mejor rendimiento en la prueba y como se comentó en el párrafo anterior, restamos a 10 000 el promedio obtenido, llegándose a que los promedios pequeños (buena ejecución) se transforman en valores absolutos altos; en tanto que los valores absolutos bajos reflejan un alto promedio y por tanto una ejecución más lenta.

Tendríamos entonces:

$$\text{Valor en Aprendizaje} = 10\ 000 - P50$$

donde P50= Promedio de 50 ensayos finales en la prueba.

Para cada uno de los 124 sujetos se obtuvo un valor numérico único o total (T) igual a la suma de los valores obtenidos en cada módulo, de modo que:

$T = \text{Valores de Atención Visual} + \text{Atención auditiva} + \text{Aprendizaje}$

De este modo, se escogieron los 20 sujetos con valores totales más altos y los 20 con los valores más bajos para formar los grupos de alto y bajo rendimiento respectivamente. Se realizó la prueba t de Student con los valores obtenidos para cada módulo por separado; se observaron diferencias altamente significativas entre ambos grupos, lo que se muestra en el capítulo de "Resultados".

Los grupos quedaron integrados de la siguiente manera: El de Alto Rendimiento con 18 miembros (13 del sexo masculino y 5 del femenino), y el de Bajo Rendimiento también con 18 miembros (7 del sexo masculino y 11 del femenino). El rango de edad de ambos grupos estuvo entre 8.0 y 9.7 años. Todos los sujetos eran diestros, se encontraban clínicamente sanos y sin problemas visuales, auditivos ni neurológicos aparentes, lo que se corroboró en una exploración médica (neurológica y general).

### PROCEDIMIENTO

#### 3.4 Registro de los Potenciales Evocados Auditivos Corticales (PEAC):

El registro de los PEAC se hizo a ambos grupos, en dos condiciones presentadas en orden sucesivo y que fueron llamadas de reposo y de "atención".

Antes del registro se familiarizó al niño tanto con el equipo como con la situación de registro. El cuarto de registro se encontraba en buenas condiciones de temperatura y aislamiento acústico.

En la condición de reposo, el sujeto permaneció sentado confortablemente en un sillón reclinable, se ajustó su postura para evitar al máximo la tensión muscular, estaba con los ojos abiertos y tenía la instrucción de permanecer quieto, sin prestar atención en todo lo posible a la estimulación auditiva que iba a recibir.

En la condición de "atención", las características fueron exactamente iguales a las anteriores, pero la instrucción era la de permanecer quieto escuchando los estímulos auditivos y apretando con el pulgar derecho el botón de una pequeña palanca, cada vez que escuchara el estímulo.

En esta última condición tanto el estimulador auditivo como la palanca de respuesta fueron conectados a un polígrafo, con el objeto de medir el tiempo de reacción; sin embargo, dificultades técnicas impidieron lograr medidas suficientemente confiables de éste, no obstante se pudo monitorear que el sujeto respondiera a cada estímulo, asegurando que se mantuviera respondiendo, y con nivel adecuado de vigilancia. Esto se logró observando visualmente al sujeto, además todos los sujetos registrados respondieron al 100% de los estímulos que se les dieron.

La estimulación se realizó mediante audifonos en forma bilateral, con un tono de 1600 Hz, 50 milisegundos (ms) de duración y 60 dB de intensidad, presentado de forma alcatoria con frecuencia de aparición entre 0.5 y 1.6 Hz (intervalo inter-estímulo entre 500 y 1600 ms): Se obtuvo el EEG muestreado cada 4 ms durante los 512 ms posteriores al estímulo (128 puntos) registrándose de forma monopolar en las derivaciones T3, T4, C3, C4, P3, P4, Cz y Fz vs A1 y A2 según el Sistema Internacional 10-20. Simultáneamente se registró el electro-oculograma con un electrodo en el canto externo del ojo derecho y otro inmediatamente por encima de la cola de la caja de ese mismo lado. Se promediaron las respuestas a 50 estímulos desechándose los registros contaminados con actividad electro-oculográfica.

El registro se efectuó en un equipo "MEDICID" que incluye computadora de propósito específico con 9 amplificadores, con ganancia de 100 000 dB y filtros pasabanda entre 0.5 y 30 Hz, estimulador auditivo y programa promediador. Toda la información se guardó en disco para su análisis posterior.

Para el registro del Tiempo de Reacción se usó un polígrafo "Reega-Minihuit. TR" (Alvar) de 8 canales, conectándose un canal a la salida del estimulador auditivo y otro a la palanca que presionaba el sujeto.

### 3.5 Análisis de los PEAC:

Se realizó en primer lugar un análisis de picos de los PEAC, cuya forma típica en el vértex se alcanza aproximadamente a los 15 años de edad de acuerdo a Goodin (1978). Siguiendo a Schenkenberg (1970) los PEAC en niños menores "consisten de una deflexión positiva a los 90 ms (P1), seguida de una negativa a los 116 ms (N1) y luego un pico positivo en los 160 ms (P2), seguido de un valle negativo en los 250 ms (N2)". Se observó una amplia variación en las formas de onda y varios potenciales presentaron formas atípicas.

La medición de los componentes por separado con respecto a una línea basal pre-estímulo no pudo obtenerse con el programa de cómputo del equipo que empleamos, pues la medida no era confiable, al ser afectada por el nivel de DC, de aquí que se haya optado por la tradicional medición de pico a pico.

Para la identificación de los picos estudiados aquí establecimos el criterio de definir a N100 (N1) como el pico máximo negativo existente entre los 75 y 160 ms, P200 (P2) como el máximo positivo entre los 120 y 260 ms y N200 (N2) el máximo negativo entre los 260 y 350 ms; P1 se estableció como el pico positivo máximo anterior a N100 (Martín y cols, 1988).

Se midió el voltaje pico a pico en las distancias P1-N1, N1-P2 y P2-N2, así como las latencias en los mínimos o máximos de los anteriores picos.

El Análisis Estadístico de los picos y latencias se hizo mediante dos comparaciones: A) La Intergrupual que contrasta las diferencias de las medias entre los dos grupos en cada una de las condiciones por separado (Reposo y Atención), con el objeto de evaluar las tendencias de los grupos comparados entre sí en cada condición. Esto se efectuó mediante t de Student. B) La Intragrupal para la comparación de las medias del mismo grupo respecto de las dos condiciones, lo que permitiría evaluar el comportamiento

de cada grupo al pasar del reposo a la atención. Esto se hizo por una t apareada dado que las medidas provienen del mismo sujeto.

Análisis de Componentes Principales (ACP): Por otra parte, los PEAC se sometieron al Análisis de Componentes Principales. Para su obtención se partió de una matriz con los datos obtenidos de los PEAC, que contenía a todos los sujetos en ambas condiciones de estimulación, seleccionando un valor de voltaje de cada tres puntos consecutivos (por ejemplo de los voltajes obtenidos en 4, 8 y 12 ms se toma solamente el valor a los 12 y así sucesivamente).

A partir de la matriz anterior, se calcula la matriz de varianzas y covarianzas -que es cuadrada y simétrica- y de ella se obtiene los autovectores. Cada autovector -o componente principal- explica un porcentaje de varianza; los primeros siete u ocho autovectores explicaron un porcentaje cercano al 90%.

Los autovectores se grafican y posteriormente se calcula para cada sujeto el valor de los coeficientes ("loading factors") que multiplicados por los valores del autovector respectivo den por resultado el voltaje original del PEAC de dicho sujeto. Lo anterior se efectuó separadamente para cada derivación.

Con los valores de los coeficientes se realizaron las mismas comparaciones estadísticas mencionadas en el análisis de picos; la t de Student para muestras independientes en la comparación intergrupala (para contrastar a los grupos en cada concición por separado) y la t para muestras apareadas en la comparación intragrupal (en donde se compararon las diferencias entre las dos condiciones dentro del mismo grupo ).

Las comparaciones anteriores se detallan en el Apéndice de esta tesis.



## R E S U L T A D O S

### 4.1.- Pruebas de Video-Juegos:

En la tabla I se presentan los datos de los 36 sujetos registrados (18 del grupo de alto y 18 del de bajo rendimiento) así como de los resultados en las tres tareas aplicadas. La edad aparece en años y meses (A/M). La puntuación de las pruebas corresponde a los valores reales antes de ser transformados (según se explica en Métodos).

T A B L A I

GRUPO DE ALTO RENDIMIENTO/			ATENCION VISUAL					ATENCION AUDITIVA		APR-EJE
#	Sexo	Edad	P r e s e n t a c i o n					Lat. Inic.	Lat. Fin.	Tanques
			1	2	3	4	5			
1	F	9/4	9	8	6	1	0	46.3	53.5	0.2874
2	F	9/1	9	9	6	6	8	50.0	58.9	0.2970
3	F	8/9	10	4	3	3	2	36.4	67.3	0.4914
4	F	9/5	8	9	6	6	4	33.0	49.0	0.3474
5	F	9/5	10	9	5	7	4	33.0	46.0	0.2490
6	M	9/2	10	10	6	4	4	40.5	52.4	0.4080
7	M	9/2	8	5	9	6	3	29.0	39.0	0.4068
8	M	8/7	10	9	7	5	1	26.3	41.5	0.2514
9	M	8/6	10	10	8	6	3	42.0	52.4	0.2850
10	M	9/2	8	8	7	5	4	42.5	47.5	0.3342
11	M	8/5	10	7	8	5	7	56.3	68.9	0.4074
12	M	9/0	10	8	9	2	0	54.3	52.5	0.2478
13	M	8/9	9	9	4	6	1	42.6	49.5	0.2676
14	M	8/11	10	8	7	5	6	33.5	53.5	0.4878
15	M	9/3	9	10	7	2	0	30.0	39.5	0.1656
16	M	9/6	10	10	8	6	4	34.0	39.8	0.2118
17	M	9/6	10	10	8	8	5	39.5	52.1	0.2406
18	M	8/3	7	10	8	6	3	41.5	56.4	0.1866
GRUPO DE BAJO RENDIMIENTO/										
1	F	8/0	9	3	0	0	0	68.0	70.8	1.2546
2	F	9/2	7	5	2	0	0	66.8	123.2	0.5544
3	F	8/6	10	4	3	2	0	43.0	63.4	0.6672
4	F	8/8	8	7	4	3	1	53.3	51.4	0.8316
5	F	8/10	10	9	3	5	1	72.8	99.6	0.6456
6	F	9/2	9	5	6	4	4	50.9	58.8	0.6594
7	F	9/4	3	6	6	6	1	60.4	73.8	0.4872
8	F	8/10	9	6	5	3	3	53.5	98.6	0.4500
9	F	9/8	9	7	6	5	4	46.7	63.0	0.6168
10	F	8/10	6	8	4	0	0	103.4	79.8	0.4968
11	F	8/11	7	5	2	0	0	72.5	83.6	0.5774
12	M	9/3	7	7	6	2	0	52.9	63.9	0.4362
13	M	9/8	8	8	5	5	4	85.4	77.6	0.3920
14	M	9/1	8	7	7	5	5	74.3	78.1	0.4518
15	M	9/3	9	9	7	2	0	53.9	53.9	0.4278
16	M	9/7	8	4	5	1	0	59.8	77.2	0.5430
17	M	8/11	9	5	5	5	4	45.0	98.0	0.4818
18	M	9/0	9	7	5	1	0	56.7	82.2	0.3054

La Tabla II muestra los promedios y el valor de "t" (Student) para la comparación intergrupala de cada uno de los módulos de la prueba de video-juegos.

T A B L A I I

Prueba	G. ALTO REND. (X ± ds)	G. BAJO REND. (X ± ds)	t	p
AT. VISUAL:				
Presentac. #5				
1	9.35 ± 0.8	8.16 ± 1.7	2.69	**
2	8.41 ± 1.7	6.42 ± 1.9	3.27	**
3	6.59 ± 1.6	4.68 ± 2.0	3.11	**
4	4.59 ± 1.8	3.00 ± 2.4	2.25	*
5	3.12 ± 2.4	1.68 ± 2.0	1.96	
AT. AUDITIV:				
Lat. Inicial	60.64 ± 8.73	37.17 ± 15.32	5.55	***
Lat. Final	49.22 ± 8.67	24.43 ± 14.24	6.21	***
APREND-EJEC:				
Tanques	0.68 ± 0.09	0.44 ± 0.16	5.21	***

\* p < 0.05

\*\* p < 0.001

\*\*\* p < 0.0001

De las tablas anteriores son notables, la homogeneidad en el rango de edad de nuestra muestra y las diferencias de ejecución que tuvieron ambos grupos.

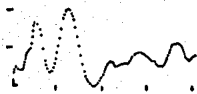
#### 4.2.- ANALISIS DE PICOS Y LATENCIAS DE LOS PEAC:

En la figura 3 se muestran PEAC típicos obtenidos en nuestro experimento.

En las tablas III a VIII aparecen las medias y desviaciones estándar de las amplitudes y latencias de las medidas pico a pico de P1-N1 (N100), N1-P2 (P200) y P2-N2 (N200) de los PEAC en cada derivación. Se observa una gran variabilidad en las amplitudes de los dos primeros componentes.

Estas tablas permiten leer la t de Student utilizada para ver si existían diferencias entre los dos grupos (GAR y GBR) durante el Reposo y durante la Tarea. En caso de existir diferencias, aparece el nivel de significancia en la columna "P" de la extrema derecha. También se leen los resultados de la t-apareada, efectuada para analizar diferencias entre la condición de reposo y la tarea en cada grupo; si estas diferencias existen, se leen en el último renglón de cada derivación.

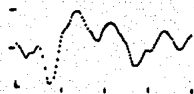
Las diferencias significativas encontradas en los picos y latencias de los PEAC se resumen en la tabla IX. La representación gráfica de las comparaciones intra e intergrupales se esquematizan en las figuras 4 a 7 .



P1-N1

AMP 18.1

LAT 100



P1-N1

AMP 12.4

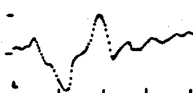
LAT 96



P1-N1

AMP 24.5

LAT 154



P1-N1

AMP 17.4

LAT 140

FIGURA 3. En la parte superior se muestran los potenciales evocados auditivos corticales (PEAC) de un sujeto del GBR en la derivación Cz, el de la izquierda en la condición de Reposo y el de la derecha en Atención. En la parte inferior los PEAC de un sujeto del GAR en la derivación Fz, el de la izquierda en la condición de Reposo y el de la derecha en Atención. Se incluyen los valores de amplitud y latencia de P1-N1. Se observan las diferentes morfologías de los PEAC.

TABLA III. AMPLITUDES DE P1-N1 (N100)

MEDIDAS EN MICROVOLTIOS

DERIV.	CONDICION	GRUPO				P
		ALTO RENDIMIENTO		BAJO RENDIMIENTO		
		MEDIA	DS	MEDIA	DS	
T3	REPOSO	8.51	4.2	7.50	3.7	-
	ATENCION	9.38	3.3	6.84	2.9	<0.05
	P	-	-	-	-	-
T4	REPOSO	10.27	4.4	10.56	3.9	-
	ATENCION	10.06	4.7	8.83	3.4	-
	P	-	-	-	-	-
C3	REPOSO	10.83	5.0	9.91	8.9	-
	ATENCION	10.55	6.1	9.90	3.5	-
	P	-	-	-	-	-
C4	REPOSO	9.90	5.4	10.07	3.9	-
	ATENCION	9.57	6.1	9.15	5.0	-
	P	-	-	-	-	-
P3	REPOSO	8.51	4.5	9.45	4.2	-
	ATENCION	7.22	6.0	7.50	3.1	-
	P	-	-	-	-	-
P4	REPOSO	7.90	3.5	9.30	4.4	-
	ATENCION	6.97	4.4	6.99	3.6	-
	P	-	-	-	-	-
Cz	REPOSO	10.85	5.6	11.70	5.0	-
	ATENCION	11.76	6.8	10.10	5.3	-
	P	-	-	-	-	-
Fz	REPOSO	10.50	4.8	10.23	3.8	-
	ATENCION	12.60	5.6	10.84	5.0	-
	P	-	-	-	-	-

TABLA IV. LATENCIAS DE LA ONDA N100  
MEDIDAS EN MILLISEGUNDOS

DERIV.	CONDICION	GRUPO				P
		ALTO RENDIMIENTO		BAJO RENDIMIENTO		
		MEDIA	DS	MEDIA	DS	
T3	REPOSO	134.1	23.2	136.0	24.3	-
	ATENCION	136.5	26.1	128.9	32.4	-
	P	-	-	-	-	-
T4	REPOSO	143.0	12.7	153.5	11.8	<0.05
	ATENCION	139.2	28.0	148.9	13.7	-
	P	-	-	-	-	-
C3	REPOSO	114.0	19.0	120.0	16.0	-
	ATENCION	104.0	16.0	120.0	23.0	<0.05
	P	<0.05	-	-	-	-
C4	REPOSO	105.0	22.0	115.1	23.1	-
	ATENCION	97.0	16.0	104.4	15.8	-
	P	-	-	<0.05	-	-
P3	REPOSO	121.3	24.2	115.7	27.2	-
	ATENCION	112.2	27.6	115.2	27.3	-
	P	-	-	-	-	-
P4	REPOSO	121.1	26.1	107.8	24.3	-
	ATENCION	103.3	24.8	111.7	25.2	-
	P	-	-	-	-	-
Cz	REPOSO	103.0	12.0	102.0	11.0	-
	ATENCION	101.0	14.0	103.0	9.0	-
	P	-	-	-	-	-
Fz	REPOSO	113.0	23.0	111.0	21.0	-
	ATENCION	111.0	21.0	113.0	18.8	-
	P	-	-	-	-	-

TABLA V. AMPLITUDES DE N1-P2 (P200)  
MEDIDAS EN MICROVOLTIOS

DERIV.	CONDICION	GRUPO				P
		ALTO RENDIMIENTO		BAJO RENDIMIENTO		
		MEDIA	DS	MEDIA	DS	
T3	REPOSO	11.19	4.8	8.56	4.0	<0.05
	ATENCION	11.41	3.3	8.83	4.0	
	P	-	-	-	-	
T4	REPOSO	10.89	5.6	9.02	4.7	-
	ATENCION	11.39	5.6	8.46	2.9	
	P	-	-	-	-	
C3	REPOSO	14.45	6.8	12.74	3.2	-
	ATENCION	15.19	6.5	12.74	5.4	
	P	-	-	-	-	
C4	REPOSO	14.80	8.7	13.80	5.6	-
	ATENCION	16.60	5.7	14.70	6.5	
	P	-	-	-	-	
P3	REPOSO	15.94	9.2	11.29	4.7	-
	ATENCION	14.64	6.0	11.50	5.1	
	P	-	-	-	-	
P4	REPOSO	15.80	9.9	12.67	4.8	-
	ATENCION	15.10	6.3	11.45	5.8	
	P	-	-	-	-	
Cz	REPOSO	20.70	10.1	18.83	8.3	-
	ATENCION	19.40	6.9	16.64	7.7	
	P	-	-	-	-	
Fz	REPOSO	15.42	7.3	12.95	4.3	-
	ATENCION	14.13	8.6	13.00	6.1	
	P	-	-	-	-	

TABLA VI. LATENCIAS DE LA ONDA P200  
MEDIDAS EN MILLISEGUNDOS

DERIV.	CONDICION	GRUPO				P
		ALTO RENDIMIENTO		BAJO RENDIMIENTO		
		MEDIA	DS	MEDIA	DS	
T3	REPOSO	212.60	24.3	212.60	27.3	-
	ATENCION	218.10	25.8	214.70	21.0	-
	P	-	-	-	-	-
T4	REPOSO	219.40	23.7	210.20	12.6	-
	ATENCION	220.50	22.4	223.20	25.1	-
	P	-	-	-	-	-
C3	REPOSO	184.50	26.0	197.00	38.0	-
	ATENCION	185.00	17.0	197.00	36.0	-
	P	-	-	-	-	-
C4	REPOSO	191.00	29.0	187.00	26.3	-
	ATENCION	185.00	27.0	190.00	19.6	-
	P	-	-	-	-	-
P3	REPOSO	196.56	25.7	190.80	22.3	-
	ATENCION	198.25	23.7	204.80	28.8	-
	P	-	-	-	-	-
P4	REPOSO	195.30	37.6	190.50	26.5	-
	ATENCION	198.25	23.7	200.00	21.4	-
	P	-	-	-	-	-
Cz	REPOSO	184.84	21.1	180.00	16.0	-
	ATENCION	183.00	21.0	177.00	16.0	-
	P	-	-	-	-	-
Fz	REPOSO	186.00	23.0	181.00	15.9	-
	ATENCION	182.00	26.0	181.00	15.5	-
	P	-	-	-	-	-

TABLA VII. AMPLITUDES DE P2-N2 (N200)  
MEDIDAS EN MICROVOLTIOS

DERIV.	CONDICION	GRUPO				P
		ALTO RENDIMIENTO		BAJO RENDIMIENTO		
		MEDIA	DS	MEDIA	DS	
T3	REPOSO	7.60	3.0	6.14	3.0	-
	TAREA	11.36	5.6	8.06	3.8	-
	P	<0.05		-		
T4	REPOSO	8.95	4.1	5.60	3.1	<0.05*
	TAREA	10.16	5.5	6.07	3.3	<0.05*
	P	-		<0.05*		
C3	REPOSO	17.41	8.2	16.92	8.3	-
	TAREA	17.27	7.4	14.30	6.7	-
	P	-		-		
C4	REPOSO	17.54	10.8	19.35	10.9	-
	TAREA	21.91	8.9	17.46	7.0	-
	P	-		-		
P3	REPOSO	16.13	6.6	13.22	5.2	-
	TAREA	20.34	7.1	13.26	4.5	<0.05
	P	-		-		
P4	REPOSO	13.52	10.1	13.66	6.7	-
	TAREA	21.95	9.6	14.25	6.4	<0.05
	P	<0.05		-		
Cz	REPOSO	29.45	15.9	29.80	13.6	-
	TAREA	30.01	12.1	25.23	9.7	-
	P	-		-		
Fz	REPOSO	18.07	13.1	18.95	13.0	-
	TAREA	16.31	8.7	17.51	9.8	-
	P	-		-		



TABLA VIII: LATENCIA DE LA ONDA N200  
MEDIDAS EN MILLISEGUNDOS

DERIV.	CONDICION	GRUPO				P
		ALTO RENDIMIENTO		BAJO RENDIMIENTO		
		MEDIA	SD	MEDIA	SD	
T3	REPOSO	269.85	38.0	255.53	38.9	-
	ATENCION	267.46	34.3	271.25	35.7	-
	P	-	-	-	-	-
T4	REPOSO	276.36	33.7	244.60	8.8	<0.05*
	ATENCION	275.29	32.6	249.10	18.8	<0.05*
	P	-	-	-	-	-
C3	REPOSO	249.33	26.9	261.50	33.5	-
	ATENCION	252.33	35.0	253.00	30.4	-
	P	-	-	-	-	-
C4	REPOSO	247.25	26.1	250.58	24.1	-
	ATENCION	251.88	36.8	256.22	32.1	-
	P	-	-	-	-	-
P3	REPOSO	259.70	31.8	248.30	26.9	-
	ATENCION	271.00	46.4	267.00	36.6	-
	P	-	-	-	-	-
P4	REPOSO	244.00	19.7	258.33	32.3	-
	ATENCION	257.70	41.0	257.17	31.8	-
	P	-	-	-	-	-
Cz	REPOSO	262.13	35.6	256.88	28.0	-
	ATENCION	260.11	38.3	252.55	27.3	-
	P	-	-	-	-	-
Fz	REPOSO	251.52	25.5	255.29	32.4	-
	ATENCION	239.88	33.9	244.00	28.3	-
	P	-	-	-	-	-

TABLA IX  
RESUMEN DE ONDAS Y LATENCIAS SIGNIFICATIVAS DE PEAC

N100				
INTERGRUPAL	REPOSO	LAT P1-N1	GBR > GAR	EN C3
	ATENCION	LAT P1-N1 AMP P1-N1	GBR > GAR GAR > GBR	EN C3 EN T3
INTRAGRUPAL	GAR	LAT P1-N1	A < R	EN C3
	GBR	LAT P1-N1	A < R	EN C4

P200				
INTERGRUPAL	REPOSO	AMP N1-P2	GAR > GBR	EN T3

N200				
INTERGRUPAL	REPOSO	LAT P2-N2 AMP P2-N2	GBR < GAR GAR > GBR	EN T4 EN T4
	ATENCION	LAT P2-N2 AMP P2-N2	GBR < GAR GAR > GBR	EN T4 T4 P3 P4
INTRAGRUPAL	GAR	AMP P2-N2	A > R	EN T3 P4
	GBR	AMP P2-N2	A > R	EN T4

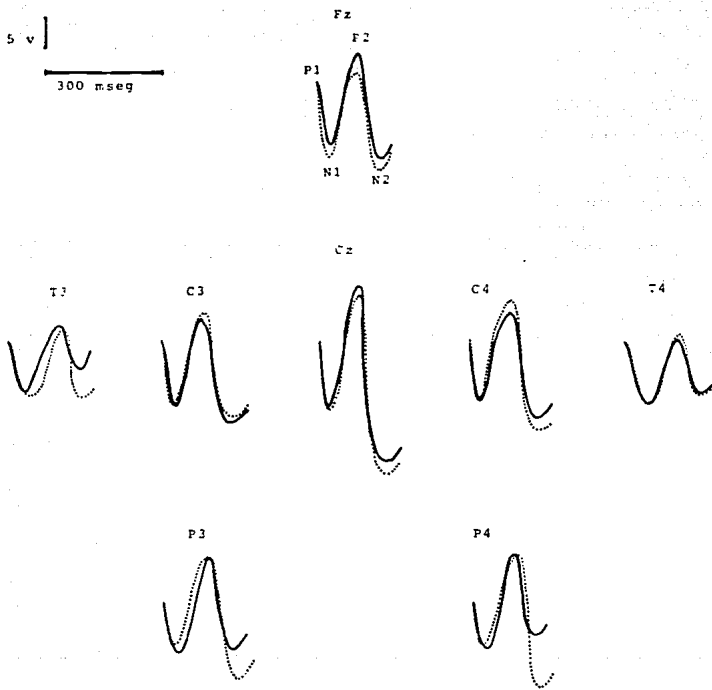


FIGURA 4. Comparación Intragrupal de las formas idealizadas de onda del promedio del Grupo de Alto Rendimiento (GAR). Se presentan todas las derivaciones. Convencionalmente P1 aparece siempre en los 80 ms de latencia. Los valores que corresponden al Reposo están en línea continua y los que corresponden a la Atención en línea punteada. Se observa la tendencia al aumento de N2 (P2-N2) y poco cambio en las latencias en el paso del Reposo a la Atención.

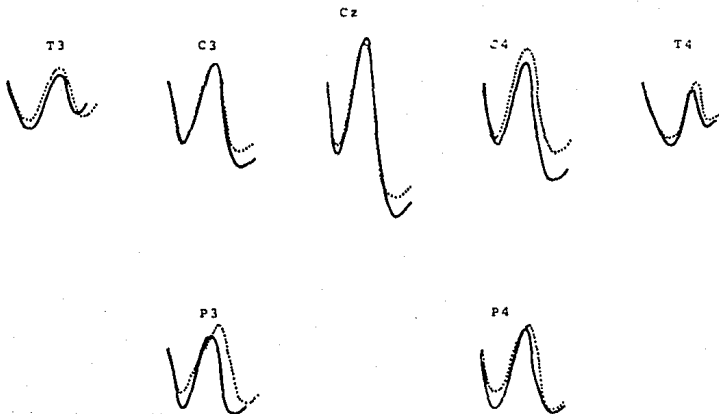
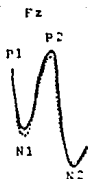
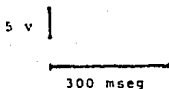


FIGURA 5. Comparación Intragrupal de las formas idealizadas de onda del promedio del Grupo de Bajo Rendimiento (GER). Se presentan todas las derivaciones. Convencionalmente P1 aparece siempre en los 80 ms de latencia. Los valores que corresponden al Reposo están en línea continua y los que corresponden a la Atención en línea punteada. Se observa la tendencia de los componentes a permanecer estables con el cambio de estado, e incluso N2 (P2-N2) disminuye del reposo a la atención.

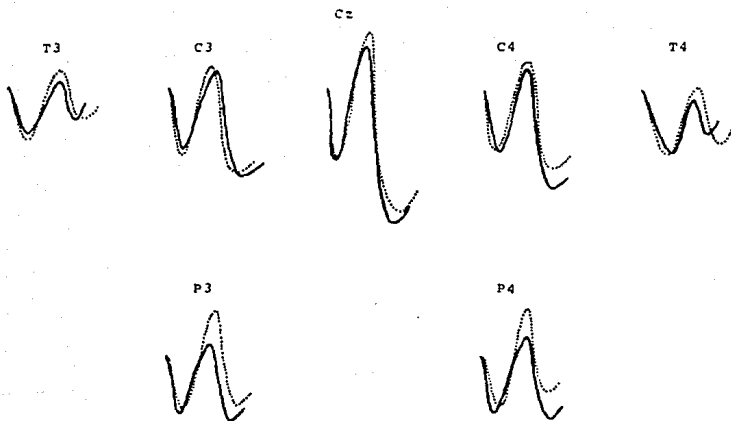
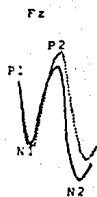
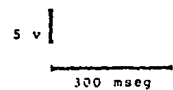


FIGURA 6. Comparación Intergrupual del promedio de ondas (idealizadas) del GAR y el GBR en la condición de REPOSO en todas las derivaciones. El GBR en línea continua y el GAR en línea punteada. En la Tabla IX aparecen los cambios significativos.

5 v

300 mseg

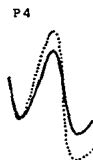
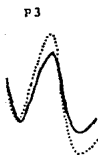
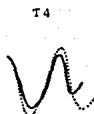
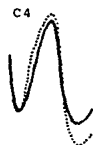
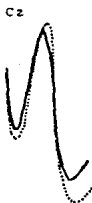
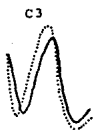
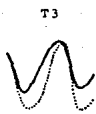
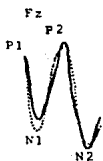


FIGURA 7. Comparación Intergrupar del promedio de ondas (idealizadas) del GAR y el GBR en la condición de ATENCION en todas las derivaciones. El GBR en línea continua y el GAR en línea punteada. En la tabla IX aparecen los cambios significativos.

#### 4.3.- COMPONENTES PRINCIPALES:

Los resultados obtenidos mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP) tal y como se ha explicado en la sección de "Métodos" se resumen en la Tabla X donde los primeros 7 componentes para cada derivación se relacionan con el porcentaje de varianza explicada por cada uno y su composición, es decir, los valores de las latencias en que se alcanzan máximos positivos (P) y negativos (N). (La representación gráfica se da en las figs. 8-15.)

T A B L A X

T 3			
COMPONENTE	% VARIANZA EXPLICADA	% ACUMULADO	COMPOSICION
1	24.96	24.96	P60-132 N216-264
2	20.76	45.72	N144-204 P300-336
3	15.50	61.22	N12-48 P300-336
4	7.78	69.00	N96-132 P156-180
5	7.06	76.06	N72-108 P132-156
6	5.21	81.27	N60-72 P312-348
7	4.84	86.11	P120-132 N276-312
T 4			
1	28.67	28.67	P132-168 N300-336
2	21.04	49.71	N96-132 P192-228
3	11.93	61.64	P96-132 N156-180
4	10.29	71.93	N24-84 P288-346
5	7.88	79.82	P 0-60 P252-288
6	5.00	84.82	P72-96 N120-144
7	4.26	89.08	P60-84 N 96-108

## C 3

COMPONENTE	% VARIANZA EXPLICADA	% ACUMULADO	COMPOSICION
1	28.66	28.66	P120-156 N216-252
2	24.54	53.20	P156-192 N288-324
3	15.05	68.25	N144-180 N264-300
4	8.85	77.10	P 36-60 N108-132
5	7.05	84.15	N252-276 P336-348
6	5.21	89.36	P 12-36 N 72 -96
7	2.86	92.22	N 0-24 P300-336

## C 4

1	32.06	32.06	P120-168 N252-288
2	22.89	54.95	P192-240 N312-348
3	13.21	68.16	P84-108 N156-180
4	10.44	78.60	P 36-60 N156-180
5	8.21	86.81	N252-276 P324-348
6	3.61	90.42	P 72-96 P180-192
7	2.58	93.00	P 72-84 P228-252

## P 3

1	28.90	28.90	P132-168 N252-300
2	21.93	50.83	P204-240 N312-336
3	13.65	64.48	N 36-72 P144-180
4	12.18	76.66	N96-132 P168-192
5	7.32	83.98	N204-228 P264-288
6	4.91	88.89	P 12-36 N 72-96
7	3.21	92.10	P 0-24 P192-204



## P 4

1	25.27	25.27	P132-168 N252-300
2	21.63	46.90	P204-240 N312-348
3	16.51	63.41	N 84-108 P156-192
4	12.80	76.21	N 36-60 P108-132
5	8.11	84.32	N144-168 N264-288
6	4.98	89.30	N 12-36 P72 - 96
7	3.48	92.78	N 12-48 N300-324

## C z

1	30.21	30.21	N204-240 P302-348
2	27.23	57.44	N144-180 P264-288
3	12.46	69.90	N 84-96 P264-288
4	10.43	80.33	P 96-144 N168-204
5	7.57	87.90	P 36-60 N204-228
6	4.68	92.58	N 0-24 P 72-96
7	2.04	94.62	P 12-48 P324-348

## P z

1	34.04	34.04	P132-168 N228-276
2	28.31	62.35	P180-228 N324-348
3	12.85	75.20	N140-180 N264-336
4	5.94	81.15	P 72-96 P264-288
5	5.16	86.31	P 60-84 P180-204
6	4.27	90.58	N 24-48 P 84-108
7	2.70	93.28	P 12-48 P204-216

En las figuras que se presentan a continuación se observa gráficamente a los primeros componentes principales en cada derivación.

Los porcentajes de varianza explicada por los primeros siete componentes principales van del 86.1 al 94.6, y los consideramos aceptables. Los coeficientes (loading factors) de dichos componentes, se determinaron para cada sujeto en cada una de las condiciones para su comparación estadística. Esta se muestra en los apartados de "Resultados Intergrupales" y "Resultados Intra-grupales" que se encuentran en el Apéndice de este trabajo.

En cuanto a la composición de los componentes principales, puede notarse una onda semejante a la N200 en la Primera componente principal en todas las derivaciones, con ligeras variaciones en las latencias según la derivación. Por otra parte, las derivaciones P3 y P4 tienen idénticas las dos primeras componentes y la tercera muy parecida.

A continuación incluimos las Tablas que resumen los resultados significativos en el ACP de los PEAC.

La tabla XI muestra que las diferencias significativas entre grupos (comparación intergrupala) se dieron en la condición de reposo únicamente, en las derivaciones temporales y la central izquierda. La composición de los autovectores encontrados sugiere que las diferencias entre los grupos están dadas fundamentalmente por componentes endógenos.

La Tabla XII muestra las componentes significativas sensibles al cambio del reposo a la atención (comparación intragrupal) en el grupo de Alto Rendimiento; excepto en las derivaciones centrales, en todas las demás se encontraron diferencias. Resaltan las encontradas en las derivaciones parietales, T4 y Fz. Casi todas representan componentes endógenos relacionados con el procesamiento de información auditiva.

La Tabla XIII resume los cambios significativos del Grupo de Bajo Rendimiento (comparación intragrupal) reflejando un comportamiento similar al del grupo de Alto Rendimiento, pero con menos componentes sensibles al cambio de condición (sólo se encuentran en cuatro derivaciones), y estos también son endógenos.

Al revisar las Tablas anteriores aparentemente el único autovector que podríamos relacionar a un componente exógeno de los PEAC es el primero de T3 que relacionamos al P1.

**TABLA XI**  
**ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES**

**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS SIGNIFICATIVOS**

**C. INTERGRUPAL**

CONDICION	DERIV	COMPONENTE	COMPOSICION	P
REPOSO	T3	1 <sup>a</sup>	P60-132 N216-264	< 0.05
REPOSO	T4	2 <sup>a</sup>	N96-132 P192-228	< 0.05
REPOSO	C3	3 <sup>a</sup>	N144-180 N264-300	< 0.05

TABLA XII  
ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

TABLA-RESUMEN DE RESULTADOS SIGNIFICATIVOS

C. INTRAGRUPAL  
GRUPO DE ALTO RENDIMIENTO

DERIVACION	COMPONENTE	COMPOSICION	P
P3	1 <sup>a</sup>	P132-168 N252-300	<0.05
	2 <sup>a</sup>	P204-240 N312-336	<0.05
	3 <sup>a</sup>	N 36-72 P144-180	<0.05
P4	1 <sup>a</sup>	P132-168 N252-300	<0.05
	2 <sup>a</sup>	P204-240 N312-348	<0.001
T4	1 <sup>a</sup>	P132-168 N300-336	<0.05
T3	4 <sup>a</sup>	N 96-132 P156-180	<0.01
Fz	2 <sup>a</sup>	P180-228 N324-348	<0.001
	6 <sup>a</sup>	N 24-48 P 84-108	<0.05
Cz	5 <sup>a</sup>	P 36-60 N204-228	<0.05

TABLA XIII  
ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

TABLA-RESUMEN DE RESULTADOS SIGNIFICATIVOS

C. INTRAGRUPAL  
GRUPO DE BAJO RENDIMIENTO

DERIVACION	COMPONENTE	COMPOSICION	P
P3	2 <sup>a</sup>	P204-240 N312-336	<0.01
P4	2 <sup>a</sup>	P204-240 N312-348	<0.001
T3	1 <sup>a</sup>	P 60-132 N216-264	<0.05
C4	2 <sup>a</sup>	P192-240 N312-348	<0.05
	6 <sup>a</sup>	P 36-60 N156-180	<0.05

# COMPONENTES PRINCIPALES (T3)

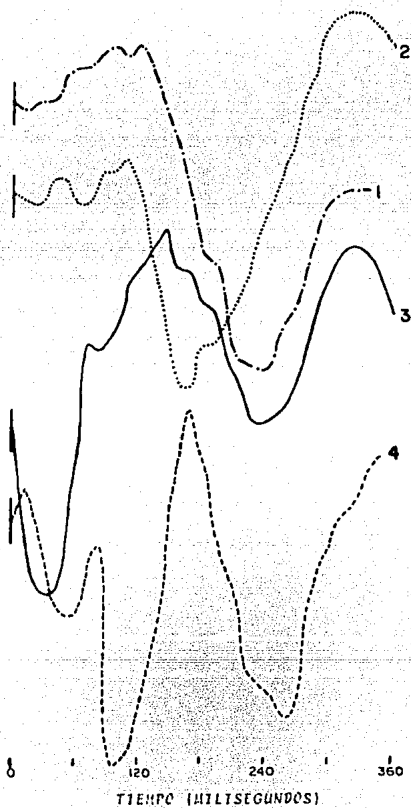


FIGURA 8

COMPONENTES PRINCIPALES (T4)

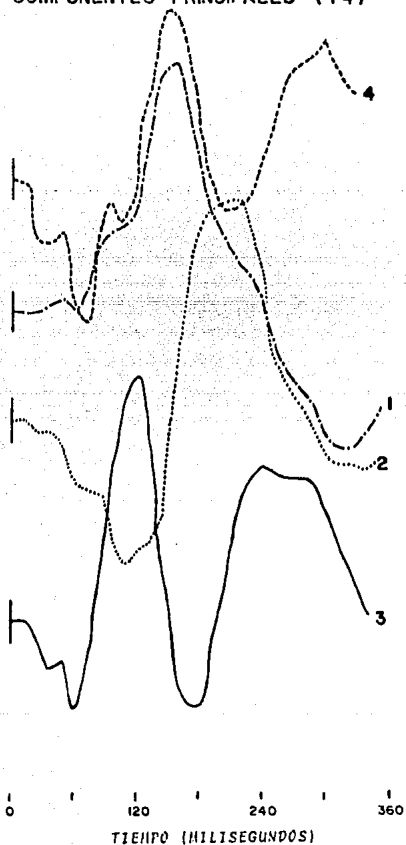


FIGURA 9

# COMPONENTES PRINCIPALES (C3)

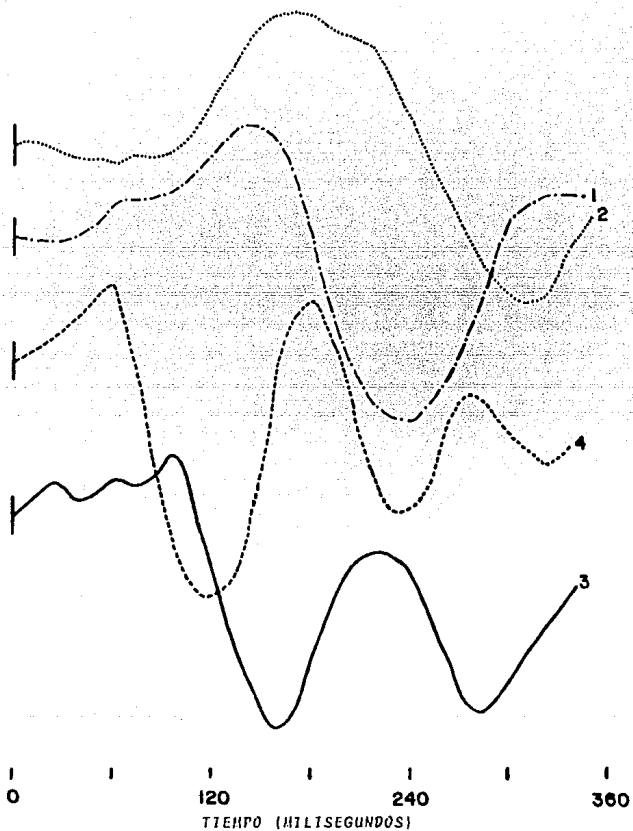


FIGURA 10



COMPONENTES PRINCIPALES (C4)

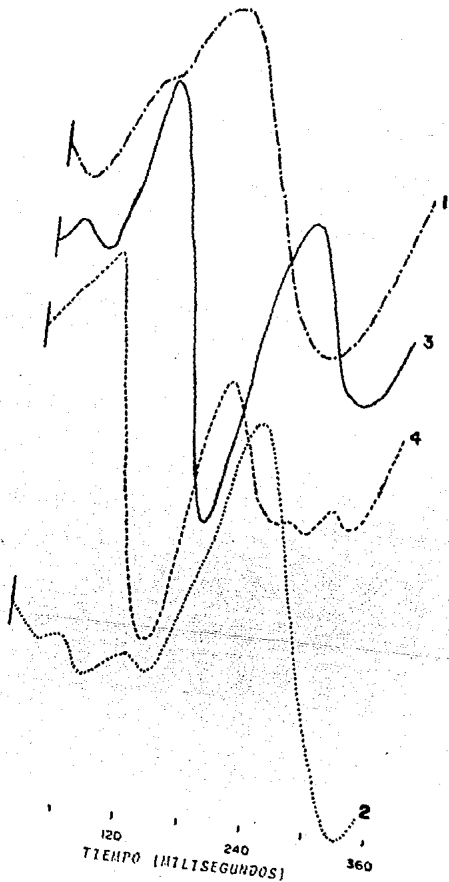


FIGURA 17

TIEMPO (MILISEGUNDOS)

COMPONENTES PRINCIPALES (P3)

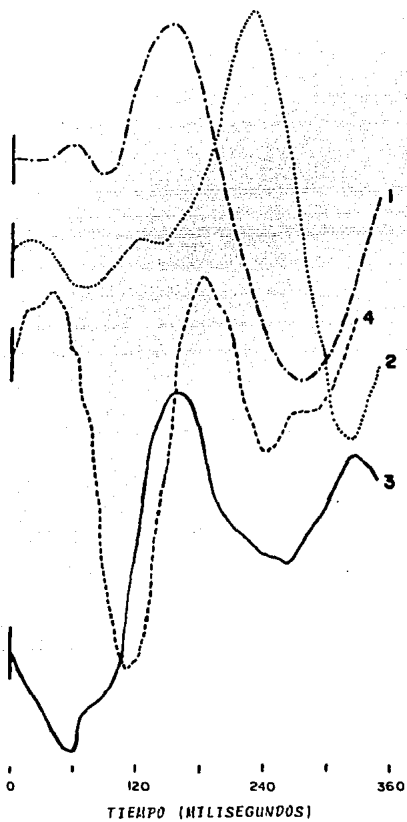


FIGURA 12

# COMPONENTES PRINCIPALES (P4)

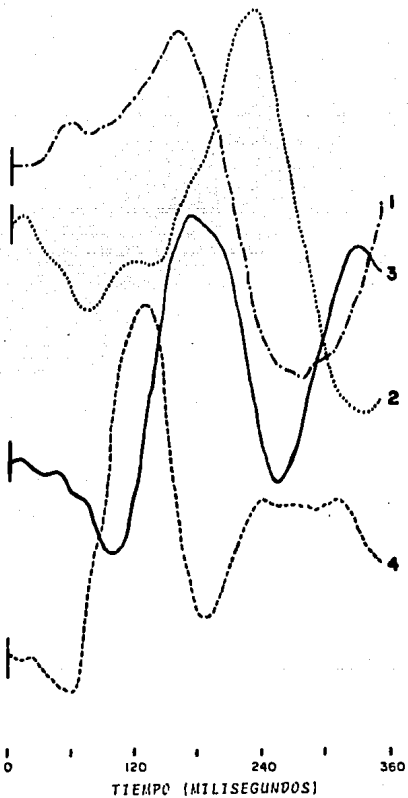


FIGURA 13

COMPONENTES PRINCIPALES (Cz)

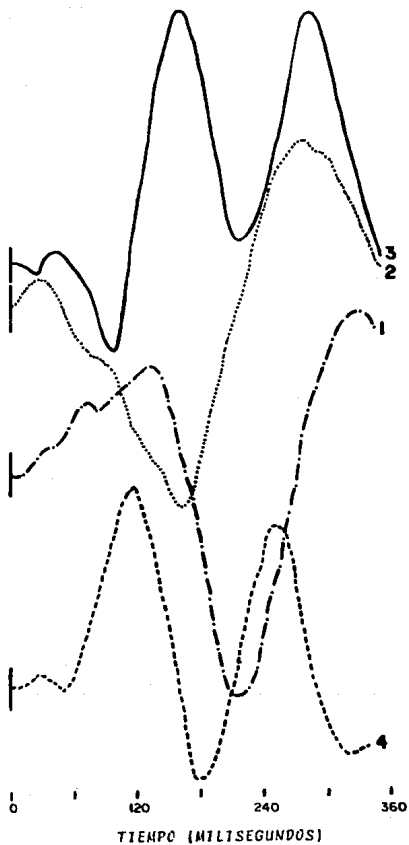


FIGURA 14

# COMPONENTES PRINCIPALES (Fz)

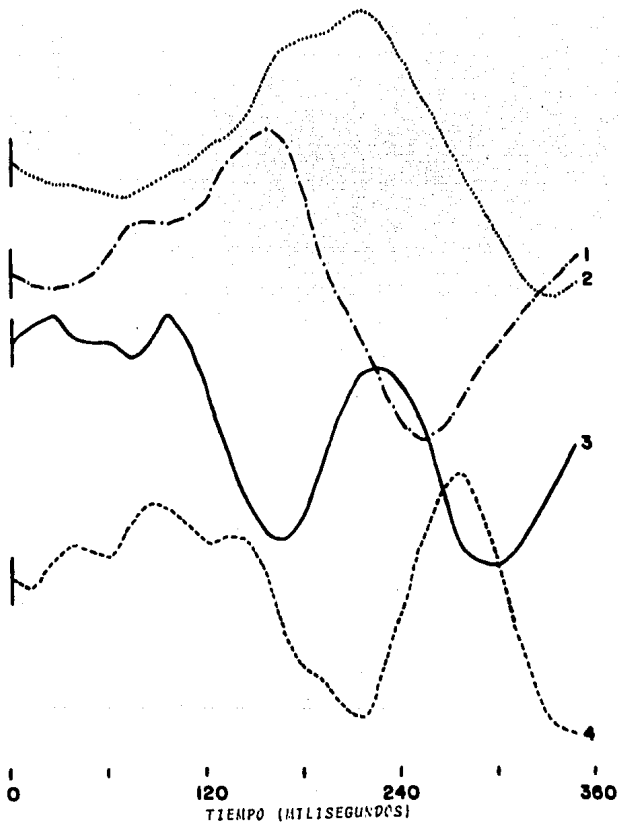


FIGURA 15

## DISCUSION

Análisis de las Amplitudes y Latencias de Los Componentes de los PEAC:

De acuerdo a nuestras hipótesis de trabajo, se esperaba un aumento en la amplitud de N100 así como una disminución en su latencia al pasar el sujeto del reposo a la atención, sobre todo en las regiones centrales, vértex y frontales mas marcada en el Grupo de Alto Rendimiento (GAR) que en el Grupo de Bajo Rendimiento (GBR). Esta tendencia se mostró para las amplitudes en Cz, Fz y T3 en el GAR siendo solamente significativo en T3. Sin embargo, en relación con la latencia se observó la tendencia a disminuir en todas las derivaciones, con significación en C3 para el GAR; en tanto que en el GBR la latencia promedio fue inferior durante la atención en T3, T4 y C4, y solamente en C4 fue significativa.

Debe notarse que fueron pocos los valores que se encontraron con significancia estadística, por lo tanto estos resultados están de acuerdo parcialmente con nuestras dos primeras hipótesis pues las diferencias entre el reposo y la atención no fueron tan claras en ninguno de los dos grupos.

Esto podría deberse a que existe gran variabilidad en la onda N100 de los PEAC de los niños y por ello para observar diferencias significativas con las mediciones tradicionales de picos, era necesaria una muestra mucho mayor.

En relación con esta misma onda, nuestra tercera hipótesis planteaba una menor amplitud y mayor latencia de N100 en el GBR que en el GAR. Esto se observó significativamente tanto en reposo como en atención en C3 con respecto a la latencia, y en el estado de atención en T3 en los valores de amplitud, lo cual corrobora nuestra hipótesis y nos permite concluir que en estas zonas los niños del GBR muestran un menor nivel de alertamiento desde el reposo.

Por otra parte, llama la atención que las diferencias entre los grupos sean sólo en derivaciones izquierdas lo que sugiere que sean específicamente estas áreas las que se encuentren afectadas en el GBR y probablemente no estén respondiendo a la activación reticular. El hecho de que C3 sea la derivación que registra el área sensorimotora correspondiente a la mano derecha pudiera explicar la razón del bajo rendimiento de estos niños y pudiera plantearse además de la falla en la activación reticular que la "respuesta corolaria", que desencadena el acto motor en preparación para el siguiente estímulo, también se encuentra alterada (Fuster, 1989). Sería interesante especular si esto puede tener explicación desde el punto de vista bioquímico como un déficit en la neurotransmisión de los sistemas colinérgicos involucrados también en la preparación para las respuestas motoras (Steriade et al, 1990).

La derivación T3 corresponde con el área de proyección específica auditiva, registrando también actividad del área de lenguaje por encontrarse en el hemisferio izquierdo. En derivaciones temporales, Wolpaw y Penry (1975) registrando PEA con clicks, encontraron un pico negativo que se presentaba 30 ms después de la latencia clásica de N100 de vértex, proponiendo la existencia de un "complejo temporal" (onda T) constituida por: un

pico positivo a 105 ms (Ta) y uno negativo a 155 ms (Tb), generado en la corteza auditiva secundaria. Muchos otros autores describieron una onda temporal N140 -aparentemente equivalente a la Tb de Wolpaw y Penry- (Mc Callum & Curry, 1979, 1980; Picton, Campbell, Baribeau-Braun & Proulx, 1978a, 1978b; Picton, Woods, Stuss & Campbell, 1978 citados los anteriores por Naatanen & Picton, 1987; y Wood & Wolpaw, 1982).

En nuestro estudio, es notable la presencia de esta onda temporal N140 en ambos grupos (ver Tablas). Una menor amplitud de esta onda en el GBR sugiere una deficiencia en el alertamiento o excitabilidad cortical (Naatanen & Picton, 1987). Brying & Jarvilehto (1985) y Pinkerton (1989) encuentran este hallazgo en forma diseminada en niños con trastornos de la lecto-escritura y este último autor (en condiciones pasivas) lo relaciona a una deficiencia en el procesamiento auditivo del estímulo. Esta es nuestra interpretación del fenómeno.

Sin embargo, la reducción significativa en la latencia en C4 del GBR no tiene una significación clara en el modelo de explicación utilizado.

En cuanto a P200, la tercera hipótesis solo resultó válida en la condición de reposo en T3, asociado a lo ya comentado en el párrafo anterior.

La exploración de N200 mostró que su amplitud media aumentó en todas las derivaciones (excepto C3 y Fz) en el GAR. Este cambio resultó significativo en T3 y P4, no observándose cambios en la latencia. En el GBR, en cambio, en muy pocas derivaciones (T3, T4 y P4) los valores medios fueron mayores durante la atención, encontrándose este cambio significativo sólo en T4. Es decir, en el GAR existió una tendencia a aumentar la amplitud de N200 durante la atención, observándose cambios significativos en dos derivaciones, mientras que esta tendencia estuvo mucho menos marcada en el GBR, lo que refutaría nuestra hipótesis.

En lo que respecta a las comparaciones entre grupos, hubo una mayor amplitud media de N200 durante la condición de atención en el GAR que en el GBR en todas las derivaciones excepto en Fz, siendo esta diferencia significativa en T4, P3 y P4. En reposo, también se observó una tendencia de tener valores de amplitud menores en el GBR, pero las diferencias no fueron significativas excepto para T4. Estos resultados apoyarían nuestra hipótesis sobre las diferencias de los grupos en condiciones basales con un resultado aparentemente contradictorio para N200.

Los resultados obtenidos para N200 se discuten enseguida: El aumento de este componente en nuestro experimento puede interpretarse en dos formas distintas: 1) Basándose en paradigmas de vigilancia (Wilkinson et al, 1966 y Bostock & Jarvis, 1970) en donde se median TR a un estímulo durante largos períodos, se encontró que la lentificación en la ejecución (asociada a somnolencia) provocaba un aumento en la amplitud de N2. Picton et al (1974) encontró un aumento del N2 en sueño con mayor amplitud en Cz y lo relacionó a los complejos K de la fase II del sueño de ondas lentas.

En nuestro experimento la duración aproximada de la estimulación cuando se midió el TR a los niños fue de 5-7 minutos, lo que es considerablemente menor que en los experimentos referidos.

Por otra parte, en el experimento de Bostock, los IIE eran

mucho mas largos ( 4-8 segs) y los sujetos tenian los ojos cerrados a diferencia de los usados en nuestro experimento (0.5 - 1.5 segs de IIE) y los sujetos tenian los ojos abiertos. En nuestro experimento el aumento de N2 fue sólo significativo en las regiones parietales y temporales y no en las señaladas por Picton como características del sueño. Adicionalmente, Fruhstorfer & Bergstrom refieren un aumento de P2 asociada al aumento de N2, lo que no se vió en nuestros resultados.

Todo lo anterior nos permite inferir que el aumento del N2 en los sujetos de nuestro experimento no se debe a un estado de somnolencia o vigilancia disminuida.

2) La otra forma de interpretar el comportamiento de N2 es verlo como un componente sensible al procesamiento automático de la información por el Sistema Nervioso (Shiffirin & Schneider, 1977 y Naatanen & Picton, 1986).

De acuerdo a estos últimos autores, los componentes endógenos de los PEAC podrían reflejar procesos automáticos en tareas que demanden poco esfuerzo; así hasta un paradigma que demande poca atención, pone en marcha procesos automáticos (inconcientes, involuntarios) reflejados en los potenciales avocados como subtipos de la onda N2 (Naatanen, 1982).

De tales subtipos, nosotros obtuvimos la llamada "N2 básica" (Naatanen & Picton, 1986; Davis & Zerlin, 1966) dadas las condiciones de nuestro paradigma. Esta onda se caracteriza por presentarse como respuesta a un estímulo auditivo homogéneo y repetitivo, se desconoce si tiene una especificidad en su topografía craneal, usualmente no se acompaña de una onda positiva subsecuente, y se relaciona a un tipo de procesamiento automático de la información auditiva.

N200, también se ha relacionado con la respuesta de orientación (Roth, 1973; Ford et al, 1973). Dicha respuesta se correlaciona con una intensa actividad del sistema noradrenérgico en animales (Aston-Jones, 1985). La liberación de noradrenalina que sigue a una estimulación ambiental incrementa las señales en los sistemas cerebrales activados por el estímulo exógeno y simultáneamente, suprime la actividad espontánea del SNC. Este efecto produce por lo tanto, un incremento de la relación señal/ruido en el cerebro, lo cual -según se cree- origina la orientación global de la conducta hacia eventos fásicos, imperativos del ambiente (Aston-Jones & Bloden, 1981). Por tanto, la falla para lograr un incremento de N200 en la condición de atención del GBR sugiere que en estos niños no se logra una adecuada activación de estos procesos.

Los cambios representados por N200, fueron mas definidos en la región Parietal para el GAR que mostró un aumento en la amplitud de N200 en la condición de atención en ambas regiones parietales, comparado con el GBR. El hecho de encontrar los procesos fisiológicos asociados a la presencia de N200 en regiones parietales nos lleva a relacionarlos con las funciones de estas zonas que tienen que ver con la atención. Mesulam (1980), Mountcastle (1975) y Heilman (1980) entre otros han acumulado pruebas experimentales de tipo anatómico, fisiológico y clínico que apuntan a la región del lóbulo parietal inferior -sobre todo del hemisferio derecho- como parte de una red nerviosa que controla la dirección de la atención. Mirsky (1987) relaciona al lóbulo parietal con el



enfoque de la atención, así como con la ejecución motriz asociada a los procesos de atención. En esta línea de pensamiento se ha propuesto que los niños con Síndrome de Déficit Atencional sean una variante de los adultos con Síndrome de inatención y heminegligencia (hemi-neglect) secundaria a disfunción del hemisferio derecho (Voeller & Heilman, 1988).

Según Mirsky, la corteza temporal superior (en las inmediaciones de las derivaciones T3 y T4) también tiene relación con el enfoque de la atención. Estudios anatómicos han señalado a esta área como una región de "convergencia sensorial multimodal" (Pandya, 1985; Mirsky, 1987). El GAR tuvo un aumento en la amplitud de N200 al paso del reposo a la atención en T3, y el GBR mostró el mismo cambio en T4, sin embargo comparando la amplitud de N200 en ambos grupos, esta resultó mayor en el GBR en T4. A esta interpretación funcional también se agregaría lo encontrado para el componente N100.

**Análisis de Componentes Principales:** Nuestra quinta hipótesis de trabajo proponía que el Análisis de Componentes Principales (ACP) revelaría un mayor número de componentes que fueran sensibles a las condiciones empleadas, esto resultó absolutamente cierto.

En la comparación intragrupal del ACP, el GAR mostró un mayor número de diferencias significativas que el GBR, tal como se esperaba. Las diferencias más llamativas se dan en ambas regiones parietales donde el ACP pone de manifiesto un proceso identificado por el 1er componente tanto en P3 como en P4, el cual -en ambas derivaciones- tiene igual composición, y explica un porcentaje similar de varianza. Tal proceso sólo varía de modo significativo en el GAR al pasar de una a otra condición. Por las latencias encontradas en los máximos de este componente, lo relacionamos con un evento de naturaleza cognoscitiva que tenga lugar en la corteza asociativa parietal.

El 1er Componente Principal en derivaciones parietales (P132-168 N252-300) tiene muy alta correlación con la onda N200. En el GAR, tanto la onda N200 como el componente principal mencionado aumentaron al pasar de la condición de reposo a la de atención, en las zonas parietales.

Por otra parte, es muy claro que ambos grupos comparten el proceso fisiológico representado por el 2o componente principal en P3 y P4. Dicho componente es muy semejante en ambas derivaciones y prácticamente tiene la misma composición explicando un porcentaje de varianza similar. Este componente también refleja un proceso cognoscitivo que pudiera tener lugar en corteza asociativa parietal e inferimos que es equivalente a P200.

El GAR mostró también cambios en ambas regiones temporales. Es notable el cambio en el 1er C.P. de T4. Además, los únicos componentes con resultados significativos en Cz y Fz se dieron en este grupo y su composición indica probablemente, procesos relacionados con el alertamiento generalizado (por las latencias pequeñas en el 5o C.P. de Cz y 6o de Fz). Es de notarse sobre todo, el 2o componente principal en Fz cuya composición es de P200 (P180-228 N324-348), éste se podría relacionar a procesa-

miento de información en esta región que interviene en el cambio o paso de la atención de un objeto a otro. (Mirsky, 1987).

El GBR tuvo cambios prominentes en el 1er componente de T3 (P60-132 N216-264) que contiene una onda negativa compatible con N200, por lo que los procesos cognoscitivos reflejados en esta onda se modifican del reposo a la atención en la región temporal izquierda en este grupo de niños, y lo que en el análisis de picos se mostró como una tendencia, en el de componentes resultó significativo. También el 2o y el 6o componentes de C4 mostraron cambios significativos con el cambio de condición. Estos componentes se relacionan a la onda P200 (ver tabla X).

Al realizar las comparaciones de los diferentes componentes entre los grupos, se observaron diferencias significativas exclusivamente en reposo. Estas diferencias fueron en el 1er componente de T3 -que es muy similar a la onda N200-el 2o componente de T4 y el 3er componente de C3 -que hemos identificado como N100-. No se vieron sin embargo, diferencias significativas entre ambos grupos en regiones parietales, lo que fue un resultado inesperado en relación a nuestra discusión sobre el componente N200 en estas regiones.

Nuestros resultados nos llevan a plantear que el método de ACP y la medición tradicional de picos, pudieran considerarse complementarios en el análisis de potenciales evocados. Este comentario se hace en el siguiente sentido: El ACP y la medición de picos dieron resultados diferentes y se puede considerar que el ACP eliminó el problema de la medición pico a pico y también en menor medida el de la variabilidad de las latencias. Así, el ACP mostró los componentes "subyacentes" en el procesamiento fisiológico de la información auditiva medido por los PEAC y los componentes principales son en este sentido más "duros" que las medidas pico a pico. Por lo tanto, es notable que el ACP haya dado un mayor número de diferencias entre los grupos.

A manera de resumen comparativo entre las variaciones observadas en los picos de los potenciales auditivos corticales y los componentes principales se presenta la Tabla XIV que indica la Comparación Intragrupal.

En ella se han separado las regiones corticales y su papel funcional en la atención de acuerdo a Mirsky: Es posible observar que en áreas parietales, las cuales están relacionadas con el enfoque de la atención y la ejecución motriz en relación a ella la medición de picos sólo mostró un aumento de la amplitud de N200 en P4 en el GAR, mientras que en el ACP se observaron cambios en P3 y P4 en el 1er componente en el GAR y en el 2o componente en ambos grupos.

En regiones temporales involucradas en el enfoque de la atención, por medio de la medición de picos el GAR presentó aumento de la amplitud de N100, y N200 en T3, y el GBR aumento de la amplitud de N200 en T4, mientras que el ACP demostró variaciones en la atención en T4 en el GAR y en T3 en el GBR.

En regiones frontales -relacionadas a cambios en la dirección de la atención- solamente el ACP mostró cambios en el 2o componente en el GAR; y en las derivaciones centrales, se observó disminución de la latencia en C3 en el GAR y en C4 en el GBR, con cambios en el 2o componente de C4 en el GBR.

TABLA XIV  
COMPARACION INTRAGRUPAL

AREA Y FUNCION EN RELACION CON LA ATENCION	GRUPO	CAMBIOS DE LA AMP. Y LAT. DE LA ONDA EN ATENCION	COMPONENTES PRINCIPALES
PARIETAL  ENFOQUE EJECUCION MOTRIZ	A.R.	↑ AMP. N200 P4	1 <sup>a</sup> P3 Y P4 = N200 2 <sup>a</sup> P3 Y P4 = P200
	B.R.		2 <sup>a</sup> P3 Y P4 = P200
TEMPORAL  CONVERGENCIA SENSORIAL MULTIMODAL	A.R.	↑ AMP. N200 T3	1 <sup>a</sup> T4 = P150 N300
	B.R.	↑ AMP. N200 T4	1 <sup>a</sup> T3 = N200
FRONTAL  CAMBIO EN LA DIRECCION DE LA ATENCION	A.R.		2 <sup>a</sup> Fz = P200
	B.R.		
REGION CENTRAL  ¿SOSTENIMIENTO? R. TALAMO-CORTICAL	A.R.	↓ LAT. N100 C3	
	B.R.	↓ LAT. N100 C4	2 <sup>a</sup> C4 = P200

TABLA XV  
COMPARACION INTERGRUPAL

AREA Y FUNCION EN RELACION CON LA ATENCION	ONDA	COMPONENTES PRINCIPALES
PARIETAL ENFOQUE EJECUCION MOTRIZ	AMP. N200 A.R. > B.R. (A) P3 P4	
TEMPORAL  CONVERGENCIA SENSORIAL MULTIMODAL	AMP. N100 A.R. > B.R. (A) T3  AMP. N200 A.R. > B.R. (A Y R) T4  AMP. P200 A.R. > B.R. (R) T3	1 <sup>a</sup> T3=N200 (R) 2 <sup>a</sup> T4=N100 P200 (R)
REGIONES CENTRALES ¿SOSTENIMIENTO? R. TALAMO-CORTICAL	LAT. N100 A.R. < B.R. (A) C3	3 <sup>a</sup> C3=N100 (R)

R = REPOSO  
A = ATENCION

En la Tabla XV se ha hecho una comparación similar entre la medición de picos y el ACP, pero ahora en función de las comparaciones entre grupos (Intergrupales). Es posible observar que el GBR presentó deficiencias en ambas regiones parietales y temporales así como en el área central izquierda. Consideramos que estas deficiencias pueden explicar la pobre ejecución de este grupo en las tareas de atención.

Los resultados experimentales obtenidos nos permiten decir que el estudio de los potenciales evocados auditivos y su análisis son métodos muy sensibles en la caracterización fisiológica de niños, pues en nuestro caso, se trataba de sujetos normales en ambos grupos.

Fue provechoso incluir un registro en condiciones pasivas porque este mostró diferencias. Se ha sugerido que si se presume que existen procesos cerebrales básicos diferentes, esto se manifieste muy claramente en las condiciones de reposo o pasivas (Callaway, 1975; Pinkerton et al, 1989). Por otro lado, las condiciones pasivas pueden adaptarse con mayor facilidad a la investigación en muchos rangos de edad, sin la influencia de maduración, habilidad intelectual o divergencia cultural, lo que es importante si se tiene intención de aplicar clínicamente estas mediciones.

La aplicación de una sencilla tarea de Tiempo de Reacción evidenció cambios notables en los componentes de los PEAC que reflejan el alertamiento (N100) y sobre todo el procesamiento automático de la información (N200) en los que los niños de los dos grupos mostraron un comportamiento bastante diferente. Es de esperarse por tanto, que su aplicación a niños con déficit en la atención (por ejemplo) resulte en una mayor discriminación entre sujetos con trastornos y sujetos normales.

## CONCLUSIONES

1.- La caracterización electrofisiológica de los estados de reposo y de atención en niños normales mediante análisis de ondas de los PEAC mostró cambios mas definidos para el componente N200 (P2-N2) relacionado al procesamiento automático de información. Dicho cambio se observa con mayor grado de significación en las regiones Parietales y Temporales y fué mas intenso en el Grupo de Alto Rendimiento que mostró un aumento en la amplitud de este componente al pasar del reposo a la atención, en región parietal derecha. Al hacer la comparación intergrupar se mostraron diferencias en ambas regiones parietales y la temporal derecha.

Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que la región parietal derecha es importante en el alertamiento y la preparación para la ejecución motriz en relación a estímulos que son atendidos; y la región temporal es importante en el enfoque de este tipo de estímulos. Al parecer los niños del GBR no muestran estas características fisiológicas con la misma claridad que los del GAR.

2.- Para los componentes N100 y P200 (P1-N1) y (N1-P2) que aumentan su amplitud con el aumento en el alertamiento generalizado se mostró justamente esta tendencia, que solo fue significativa en regiones temporales para el Grupo de Alto Rendimiento, lo que probablemente se deba a la gran variabilidad que presentaron estos componentes.

3.- En el Análisis de Componentes Principales (ACP), las diferencias intergrupales fueron significativas en la condición de reposo en procesos endógenos (semejantes a lo representado por N200) en el temporal izquierdo, y en procesos de alertamiento en el temporal derecho. No se mostraron diferencias significativas en la condición de atención.

Las diferencias intragrupalas con este método mostraron cambios notables en las regiones parietales. Los Componentes principales encontrados se asocian también a la onda N200 de los PEAC, reafirmando la conclusión del inciso 1). Las regiones temporales también mostraron cambios importantes en componentes cuyas latencias permiten inferir procesos endógenos relacionados con el manejo de la información auditiva. Fue notable que este análisis dió un número mayor de diferencias significativas que el análisis de ondas.

Probablemente, las diferencias encontradas apuntan a la variabilidad del funcionamiento cerebral en niños normales, que por serlo pueden estar representando el espectro de la normalidad en la función del cambio del estado de alertamiento (del reposo a la atención).

4.- Los Video-Juegos utilizados mostraron facilidad de aplicación, y aceptación e interés por parte de los sujetos. La clasificación hecha con base en ellos se reflejó en los distintos comportamientos electrofisiológicos entre los dos grupos. Es deseable trabajar en la validación y estandarización de este tipo de pruebas computarizadas.

5.- El estudio de los Potenciales Evocados Auditivos y su análisis por los métodos descritos son muy sensibles en la caracterización fisiológica de niños.

## BIBLIOGRAFIA

- Aston-Jones, G.: Behavioral functions of locus coeruleus derived from cellular attributes. *Physiological Psychology*, 1985, 13, 118-126.
- Aston-Jones, G. y Bloom, F.E.: Norepinephrine-containing locus coeruleus neurons in behaving rats exhibit pronounced responses to nonnoxious environmental stimuli. *Journal of Neuroscience*, 1981, 1, 887-900.
- Barkley, R.A.: *Hyperactive Children. A Handbook for diagnosis and treatment.* Guilford Press: New York, 1987.
- Bostock, H y Jarvis, M.J.: Changes in the form of the cerebral evoked response related to the speed of simple reaction time, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1970, 29: 137-145.
- Brying, R.; Jarvilehto, T.: Auditory and visual evoked potentials of schoolboys with spelling disabilities, *Developmental Medicine and Child Neurology*, 1985, Vol.27: 141-148.
- Cacabelos, R., Albarrán, M., Diéguez, C., Farifas, F., del Pino, J.L., Expósito, J., Martín-Loeches, M. y Rubia, F.J. GRF-Induced GH Response in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Meth Find Exp Clin Pharmacol*, 1990, 12 (1) 79-85.
- Callaway, E.: Psychological correlates of evoked response variability. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1972, 33: 253.
- Davis, H. y Yoshie, N.: Human evoked cortical responses to auditory stimulus. *The Physiologist*, 1963, 6: 164.
- Davis, H. y Zerlin, S.: Acoustic relations of the human vertex potential. *Journal of The Acoustic Society of America*, 1966, 39: 109-116.
- Davis, H.: Enhancement of Evoked Potential in humans related to a task requiring a decision. *Science*, 1964, 145: 182-183.
- Davis, H., Hirsch, S. K., Shelnutt, J. y Bowers, C.: Further validation of evoked response audiometry (ERA). *J. Speech Hearing Res.*, 1967, 10:717-732.
- Donchin, E. and Lindsley, D.B.: Averaged evoked potentials and reaction time to visual stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1966, 20: 217-223.
- Donchin, E.; III. Heffley, E.F.: Multivariate analysis of event-related potential data: A tutorial review., 1978. En D.A. Otto (ed.). *Multidisciplinary perspectives in event-related brain potential research.* Washington, D.C.: EPA-600/9-77-043.



Dustman, R. E., y Beck, E. C.: Maturation and aging in the wave-form of the visual evoked response. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1969, 26: 2-11.

Eason, R.G., Dudley L.M.: Physiological and behavioral indicants of activation. *Psychophysiology*, 1971, Vol. 7 No.2: 223-232.

Ertl, J.P. y Schafer, E.W.P.: Brain response correlates of psychometric intelligence. *Nature*, 1969, 223: 421-422.

Fleisher L.S., Soodak L.C., Jelin M.A.: Selective attention deficits in learning disabled children: Analysis of the data base, *Exceptional Children*, 1983, Vol. 51 No 2: 136-141.

Ford J.M., Roth, W.T., Dirks, S.J. y Kopell, B.S.: Evoked Potential Correlates of signal recognition between and within modalities., 1973, *Science* Vol.181, 465-466.

Fruhstorfer, H. y Bergstrom, R.M.: Human vigilance and auditory evoked responses. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1969, 27: 346-355.

Fruhstorfer, H., Soveri P. y Jarvilehto, T.: Short-term habituation of the auditory evoked response in man, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1970, 28: 153-161.

Fuster, J.: Visual representation and short-term memory in infero-temporal cortex. In *Machinery of the Mind*. E. Roy John (ed), 1989. pp 311-321.

Goldman, Z.; Sohmer, H.; Godfrey, C.; Manheim, A.: Auditory nerve, brainstem and cortical response correlates of learning capacity, *Physiology and Behavior*, 1981, Vol.26. No.4: 637-645.

Goodin, D.S., Squires, K.C., Henderson, B.H., Starr, A.: Age related varations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1978, 44: 447-458.

Gross, M., Begleiter, H., Tobin, M. and Kissin: Auditory evoked response comparison during counting clicks and reading. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1965, 18: 451-454.

Harmony T.: *Neurometric assesment of human brain functions*. Ed. Lawrence-Erlbaum. 1983.

Harmony, T.: *Psychophysiological evaluation of Children's Neuropsychological Disorders*. In Reynolds, C.R. & Fletcher-Janzen, E. (eds.) *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*, 1989.

Heilman, F.M.; Schwartz, H.D.; Watson, R.T.: Hypoarousal in patients with the neglect syndrome and emotional indifference,

Neurology, 1978. Vol.28: 229-232.

Heilman, K.M., Watson, R.T., Bower, D. Valenstein, E.: Dominance hémisphérique droite pour l'attention. Revue Neurologique, 1983, Vol. 139 No 1: 15-17.

Hernández-Peón, R.: Physiological mechanism in attention, in (eds). Frontiers in Physiological Psychology, ed. R.W. Russel, London, Academic Press, 1966, 121-147.

Hernández-Peón, R.; Scherrer, H. y Jovet, M. Modification in electrical activity in the cochlear nucleus during attention in unanesthetized cats. Science, 1956, Vol. 123, 331-332.

Hillyard, S.A.; Hink, R.F.; Schwent, V.L.; Picton, T.W.: Electrical signs of selective attention in the human brain, Science, 1973. Vol.182: 177-180.

Hillyard, S.A., Picton T.W.: Electrophysiology of human cognition. In Handbook of Physiology, 1987 (ed.) The American Society of Physiology.

Hillyard, S.A.; Woods, D.L.: Electrophysiological analysis of human brain function, in (eds) Handbook of Biological Psychology, ed. M. Gazzaniga, 1977.

Holcomb, P.J.; Ackerman, P.T.; Dykman, R.A.: Auditory event related potentials in attention and reading disabled boys, International Journal of Psychophysiology, 1986 Vol.3.: 263-273.

Holcomb, P.J.; Ackerman, P.T.; Dykman, R.A.: Cognitive event related brain potentials in children with attention and reading deficits, Psychophysiology, 1985. Vol.22. No.6 :656-667.

Karlin, L.: Cognition, preparation, and sensory evoked potentials, Psychological Bulletin, 1970. Vol.73. No.2: 122-136.

Karlin, L.; Martz, M.J.; Brauth, S.E.; Mordkoff, A.M.: Auditory evoked potentials, motor potentials and reaction time, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1971, Vol.31: 129-136.

Klee S.H., Garfinkel B.D.: The Computerized Continuous Performance Task: A new measure of inattention. Journal of Abnormal Child Psychology, 1983, Vol. 11 No.4: 487-496.

Kutas, M. & Hillyard, S.: Electrophysiology of Cognition. Ann. Rev. Psychol. 1983. pp 40-83.

Levine M.D., Busch B., Aufseeser C.: The dimension of inattention among children with school problems, Pediatrics 1982 Vol. 70 No. 3: 387-395.

Levine M.D.: Attention deficits: The diverse effects of weak control systems in childhood, *Pediatric Annals*, 1987 Vol. 16 No. 2: 117-130.

Loiselle, D.L.; Stamm, J.S.; Maitinsky, S.; Whipple, S.C.: Evoked potentials and behavioral signs of attentive dysfunctions in hyperactive boys, *Psychophysiology*, 1980. Vol.17.No.2: 193-201.

Macías Valadez Tamayo G. y Verduzco A. M. A.: Análisis de las características de un grupo de niños con trastornos por déficit de atención. *Salud Pública de México* 1986; 28: 3: 292-299.

Martín, L.; Barajas, J.J.; Fernández, R.; Torres, E.: Auditory event-related potentials in well-characterized groups of children, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1988. Vol.71: 375-381.

Mason, S.M.; Mellor, D.H.: Brain-stem, middle latency and late cortical evoked potentials in children with speech and language disorders, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1984. Vol.59: 297-309.

Mesulam M.M.: A cortical network for directed attention and unilateral neglect. *Annals of Neurology* 1981, Vol. 10: 309-325.

Mesulam, M.M.: Large scale Neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. *Annals of Neurology* 1990, 28: 597-613.

Mirsky, A.F.: Behavioral and Psychophysiological Markers of Disordered Attention, *Environmental Health Perspectives*, 1987, Vol.74, pp.191-199.

Morenza, L.; Torres, M.R.; Biscay, R.; García M.; Galán L.; Alvarez A.: Video juego computarizado diseñado para la evaluación del aprendizaje I.- Aplicación a niños con dificultades y sin dificultades en el aprendizaje. Resultados preliminares. y II.- Comparación de los resultados obtenidos con la aplicación del WISC a niños sin dificultades y con dificultades en el aprendizaje. *Estudios Avanzados en Neurociencias*. Centro Nacional de Investigación Científica. La Habana, 1987. pp. 1-19.

Moruzzi, G. y Magoun, H.: Brainstem Reticular Formation and the activation of the EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1949. Vol 1: 455-473.

Mountcastle, V. B., Lynch, J.C., Georgopoulos, A., Sakata, H. y Acuña, C.: Posterior Parietal Association Cortex of the Monkey: Command functions for operations within extrapersonal space. *J. Neurophysiology*, 1975, 38: 871-908.

Musso, M.F. & Harter, M.R.: Contingent Negative Variation, Evoked Potential and psychophysical measures of selective attention in children with learning disabilities. In D. A. Otto (ed), *Multi-disciplinary Perspectives in Event-Related Potential Research.*

1978, Washington, D.C.:EPA-600/9-77-043.

Naatanen, R.: Processign Negativity: An evoked potential reflection of selective attention, Psychological Bulletin, 1982. Vol.92. No.3: 605-640.

Naatanen, R.; Picton, T.: The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: A review and an analysis of the component structure, Psychophysiology, 1987. Vol.24. No.4: 375-425.

Naatanen, R. y Picton, T.: N2 and automatic versus controlled processes. Cerebral Psychophysiology: Studies in Event-Related Potentials. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology (Suppl. 38). Eds.: W.C. McCallum, R. Zappoli y F. Denoth, 1986.

Picton, T.W.; Campbell, K.B.; Baribeau-Braun, J.; Proulx, G.B.: The neurophysiology of human attention: A tutorial review in (eds) "Attention and Performance VII." ed. Jean Requin, 1978. Lawrence Erlbaum Cap.24.: 429-467.

Picton, T.W.; Hillyard, S.A.: Human auditory evoked potentials II: Effects of attention, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1974. Vol.36: 191-199.

Picton, T.W.; Hillyard, S.A.; Krausz, H.I., Galambos, R.: Human auditory evoked potentials I: Evaluation of components, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1974, Vol.36: 179-190.

Pinkerton, F., Watson, D. R., McClelland, R.J.: A Neurophysiological study of children with reading, writing and spelling difficulties. Developmental Medicine & Child Neurology, 1989, 31, 569-581.

Polich, J.; Aung, M.; Dalessio, D.J.: Long latency auditory evoked potentials: Intensity, inter-stimulus interval, and habituation, Pavlovian Journal of Biological Science, 1988, Vol.23. No.1: 35-40.

Porges S.W.: Correlaciones fisiológicas de la atención: Un proceso central subyacente en los trastornos del aprendizaje, Clínicas Pediátricas de Norteamérica, 1984, Vol. 31 No. 2: 371- 385.

Posner, M.I. y Petersen, S.E.: The attention system of the human brain. Ann. Rev. Neurosci., 1990, 13: 25-42.

Posner, M.I y Boies, S.: Components of attention. Psychological Review, 1971, 78, 5: 391-408.

Pribram, K. H. y McGuinness, D.: Arousal, Activation and Effort in the control of Attention. Psychological Review, 1975, 82: 116-149.

Pritchep, L.S.; Sutton, S.; Hakerem, G.: Evoked potentials in hyperkinetic and normal children under certainty and uncertainty: A placebo and methylphenidate study, *Psychophysiology*, 1976. Vol.13. No.5: 419-428.

Rapin, I., Schimmel, H., Tourk, L.M., Krasnegor, N.A. y Pollak, C.: Evoked Response to clicks and tones of varying intensity in waking adults, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1966, 21: 335-344.

Rhodes, L.E., Dustman, R.E., & Beck, E.C.: The visual evoked response: Comparison of bright and dull children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1969, 27: 364-372.

Rosenthal, R.H. y Allen, T.W.: An examination of attention, arousal, and learning dysfunctions of hyperkinetic children, *Psychological Bulletin*, 1978, Vol.85, No.4, 689-715.

Roth, W.T.: Auditory Evoked Responses to unpredictable stimuli. *Psychophysiology*, 1973, 10: 125-137.

Satterfield, J.H.: Evoked cortical response enhancement and attention in man. A study of responses to auditory and shock stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1965, 19:470-475.

Satterfield, J.H. y Schell, A.M.: Childhood brain function differences in delinquent and non-delinquent hyperactive boys., *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1984, 57:199-207.

Satterfield, J.H.; Braley, B.W.: Evoked potentials and brain maturation in hyperactive and normal children, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1977, Vol.43: 43-51.

Satterfield, J.H.; Schell, A.M.; Nicholas, T.; Backs, R.W: Topographic Study of Auditory Event-Related Potentials in Normal Boys and Boys with Attention Deficit Disorder with Hyperactivity, *Psychophysiology*, 1988. Vol.25. No.5: 591-606

Schechter, G.; Buchsbaum M.: The effects of attention, stimulus intensity and individual differences on the average evoked response, *Psychophysiology*, 1973, Vol.10.No.4: 392-400.

Schwent, V., Hillyard, S. A. y Galambos R.: Selective attention and the auditory vertex potential. I. Effects of stimulus delivery rate. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1976, 40: 604-614.

- Spong, P.; Haider, M.; Lindsley, D.B.: Selective attentiveness and cortical evoked responses to visual and auditory stimuli, Science, 1965, Vol.148: 395-397.
- Sokolov, E. N.: The Orienting Reflex. Annual Review of Physiology, 1963, 13: 357-390.
- Steriade, M., Gloor, P., Llinás, R.R, Lopes da Silva, F.H. y Mesulam, M.M.: Basic mechanisms of cerebral rhythmic activities, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1990, 76: 481-508.
- Storm van Leeuwen, W., Lopes da Silva, F.H. & Kamp, A. (eds) In Electrical Reactions of the Brain and Complementary Methods of Evaluation, Vol 8 Part A of Handbook of Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 1975, pp 71-85.
- Voeller, K.K.S.; Heilman, K.M.: Attention deficit disorder in children: A neglect syndrome?, Neurology, 1988, Vol.38: 806-808.
- Tucker, D. M., Williamson, P. A.: Asymmetric neural control systems in human self-regulation. Psychological Review, 1984, Vol. 91, 2: 185-215.
- Wilkinson, R.T., Morlock, H.C.y Williams, H.L., Evoked cortical response during vigilance. Psychonomic Science, 1966, 4: 221-222.
- Wilkinson, R.T. y Morlock, H.C.: Auditory Evoked Response and Reaction Time, 1967, 23: 50-56.
- Wolpaw, J.R. & Penry, J.K.: A temporal component of the auditory evoked response. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1975, 39: 609-620.
- Wood, C.C. & Wolpaw, J.R.: Scalp distribution of human auditory evoked potentials. II. Evidence for multiple sources and involvement of auditory cortex. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1982, 54: 25-38.

## A P E N D I C E

Contiene las comparaciones Inter e Intragrupales de los Coeficientes obtenidos mediante el MCP, para cada derivación, según se explica en "Métodos".

### RESULTADOS INTERGRUPALES

La comparación intergrupala muestra la "t" para muestras independientes de los coeficientes (loading factors) de cada componente del grupo de alto vs. bajo rendimiento en cada condición experimental, a saber reposo y atención, y por cada derivación.

13

COMPONENTE	REPOSO	ATENCIÓN
1a	Alto: X = -1.86 ± 8.36 Bajo: X = 3.40 ± 6.16	Alto: X = -0.90 ± 6.95 Bajo: X = -0.86 ± 7.63
	t = -2.13 *	t = -0.01
2a	X = 0.94 ± 6.83 X = 0.55 ± 5.76	X = -1.27 ± 7.73 X = -0.81 ± 7.14
	t = 0.18	t = -0.18
3a	X = -1.17 ± 6.20 X = 0.42 ± 6.34	X = -1.37 ± 5.79 X = 2.20 ± 5.20
	t = -0.75	t = -1.92
4a	X = 1.49 ± 4.06 X = 0.36 ± 4.24	X = -0.90 ± 3.11 X = -1.57 ± 4.66
	t = 0.81	t = 0.49
5a	X = -0.73 ± 3.69 X = 0.71 ± 4.08	X = -1.19 ± 4.62 X = 1.11 ± 3.63
	t = -1.10	t = -1.63
6a	X = 0.15 ± 3.85 X = -1.07 ± 3.36	X = 1.06 ± 3.63 X = -0.13 ± 2.90
	t = 0.99	t = 1.07
7a	X = -0.01 ± 3.54 X = -0.15 ± 3.40	X = 0.04 ± 3.64 X = 0.51 ± 2.97
	t = 0.13	t = -0.49

86

\* p < 0.05

## T4

## COMPONENTE

## REPOSO

## ATENCIÓN

COMPONENTE	REPOSO	ATENCIÓN
1a	Alto: $X = -2.33 \pm 9.42$ Bajo: $X = -0.99 \pm 7.91$	Alto: $X = 2.30 \pm 9.50$ Bajo: $X = 1.05 \pm 8.44$
	$t = -0.46$	$t = 0.48$
2a	$X = 2.30 \pm 8.49$ $X = -4.49 \pm 8.34$	$X = 2.99 \pm 6.66$ $X = -0.69 \pm 4.10$
	$t = 2.39^*$	$t = 1.95$
3a	$X = 0.82 \pm 6.37$ $X = -2.48 \pm 5.10$	$X = 2.34 \pm 5.45$ $X = -0.41 \pm 5.00$
	$t = 1.69$	$t = 1.55$
4a	$X = 1.33 \pm 4.70$ $X = 0.35 \pm 4.15$	$X = -1.35 \pm 7.51$ $X = -0.37 \pm 4.15$
	$t = 0.65$	$t = -0.46$
5a	$X = -0.45 \pm 4.17$ $X = -1.13 \pm 5.36$	$X = 0.91 \pm 5.16$ $X = 0.30 \pm 3.64$
	$t = 0.42$	$t = 0.40$
6a	$X = 0.57 \pm 2.97$ $X = -0.60 \pm 3.47$	$X = 0.61 \pm 4.95$ $X = -0.29 \pm 3.06$
	$t = 1.08$	$t = 0.64$
7a	$X = 0.59 \pm 3.96$ $X = 0.12 \pm 3.05$	$X = -0.51 \pm 3.84$ $X = -0.12 \pm 3.10$
	$t = 0.39$	$t = -0.34$

\*  $p < 0.05$



COMPONENTE	REPOSO	ATENCIÓN
1a	Alto: $X = -2.66 \pm 14.05$ Bajo: $X = 3.75 \pm 13.57$	Alto: $X = -0.61 \pm 11.42$ Bajo: $X = -0.57 \pm 9.87$
	$t = -1.37$	$t = -0.01$
2a	$X = -0.12 \pm 9.71$ $X = -0.13 \pm 9.24$	$X = -0.30 \pm 15.75$ $X = -0.21 \pm 9.87$
	$t = -0.00$	$t = -0.02$
3a	$X = -1.50 \pm 8.24$ $X = 3.91 \pm 5.90$	$X = -2.98 \pm 10.14$ $X = 0.64 \pm 9.96$
	$t = -2.224$	$t = -1.06$
4a	$X = 1.12 \pm 5.87$ $X = -0.23 \pm 7.37$	$X = 0.79 \pm 7.15$ $X = -2.20 \pm 6.97$
	$t = 0.60$	$t = 1.25$
5a	$X = -0.13 \pm 5.77$ $X = -1.17 \pm 4.83$	$X = 1.51 \pm 8.44$ $X = -0.23 \pm 4.62$
	$t = 0.58$	$t = 0.75$
6a	$X = -0.64 \pm 4.12$ $X = -0.33 \pm 5.08$	$X = 0.97 \pm 5.50$ $X = -0.18 \pm 6.07$
	$t = -0.20$	$t = 0.59$
7a	$X = -0.92 \pm 2.94$ $X = -0.79 \pm 3.36$	$X = 0.81 \pm 4.04$ $X = 1.19 \pm 4.63$
	$t = -0.12$	$t = -0.26$

\*  $p < 0.05$

## C4

COMPONENTE	REPOSO	ATENCION
1a	Alto: X = -3.91 ± 13.27 Bajo: X = 3.51 ± 15.62	Alto: X = -0.72 ± 15.64 Bajo: X = 0.82 ± 13.09
	t = -1.52	t = -0.32
2a	X = -0.00 ± 12.55 X = -3.79 ± 9.60	X = 1.92 ± 16.66 X = 1.47 ± 7.93
	t = 1.00	t = 0.10
3a	X = 1.22 ± 9.93 X = 1.80 ± 8.11	X = -2.61 ± 8.88 X = -0.58 ± 9.87
	t = -0.19	t = -0.64
4a	X = -1.19 ± 9.08 X = 3.05 ± 5.95	X = -1.50 ± 9.42 X = -0.82 ± 7.42
	t = -1.63	t = -0.24
5a	X = 0.50 ± 5.78 X = 2.51 ± 6.08	X = -2.97 ± 8.65 X = 0.86 ± 7.27
	t = -1.23	t = -1.41
6a	X = 0.12 ± 4.61 X = 0.34 ± 5.03	X = -0.66 ± 4.11 X = 0.47 ± 5.42
	t = -0.14	t = -0.70
7a	X = -0.55 ± 4.20 X = 1.25 ± 3.72	X = -0.72 ± 4.31 X = 0.05 ± 3.98
	t = -1.34	t = -0.55

## P3

COMPONENTE	REPOSO	ATENCION
1a	Alto: $X = -3.37 \pm 13.10$ Bajo: $X = 2.75 \pm 8.35$	Alto: $X = 2.37 \pm 13.03$ Bajo: $X = -1.95 \pm 11.20$
	$t = -1.64$	$t = 1.05$
2a	$X = -2.00 \pm 7.96$ $X = -4.19 \pm 10.08$	$X = 4.76 \pm 12.64$ $X = 1.75 \pm 8.52$
	$t = 0.71$	$t = 0.82$
3a	$X = -1.36 \pm 9.60$ $X = -2.28 \pm 4.61$	$X = 2.75 \pm 8.36$ $X = 1.14 \pm 8.91$
	$t = 0.36$	$t = 0.55$
4a	$X = 1.99 \pm 7.26$ $X = -0.80 \pm 8.50$	$X = 0.37 \pm 8.19$ $X = -2.30 \pm 6.89$
	$t = 1.04$	$t = 1.04$
5a	$X = -1.04 \pm 5.23$ $X = -1.47 \pm 4.88$	$X = 1.93 \pm 7.25$ $X = 0.67 \pm 5.99$
	$t = 0.25$	$t = 0.56$
6a	$X = -0.15 \pm 5.11$ $X = 1.20 \pm 5.47$	$X = -0.55 \pm 3.97$ $X = -0.79 \pm 5.16$
	$t = -0.76$	$t = 0.15$
7a	$X = 0.50 \pm 3.15$ $X = -0.11 \pm 3.22$	$X = 1.08 \pm 4.83$ $X = -1.07 \pm 4.47$
	$t = 0.16$	$t = 1.37$

## P4

COMPONENTE	REPOSO	ATENCIÓN
1a	Alto: $X = -3.08 \pm 9.90$ Bajo: $X = 1.24 \pm 9.15$	Alto: $X = 3.34 \pm 14.31$ Bajo: $X = -1.48 \pm 13.03$
	$t = -1.34$	$t = 1.04$
2a	$X = -3.78 \pm 9.66$ $X = -3.93 \pm 10.33$	$X = 4.00 \pm 13.39$ $X = 4.19 \pm 7.21$
	$t = 0.04$	$t = -0.05$
3a	$X = -0.68 \pm 11.38$ $X = -0.62 \pm 7.43$	$X = 0.76 \pm 9.88$ $X = 1.02 \pm 9.97$
	$t = -0.02$	$t = -0.08$
4a	$X = 0.36 \pm 9.61$ $X = -2.20 \pm 7.63$	$X = 1.11 \pm 8.95$ $X = 1.41 \pm 7.47$
	$t = 0.87$	$t = -0.10$
5a	$X = 1.13 \pm 5.06$ $X = 2.69 \pm 5.54$	$X = -3.09 \pm 8.06$ $X = 0.05 \pm 6.93$
	$t = -0.88$	$t = -1.24$
6a	$X = 0.14 \pm 5.51$ $X = -1.32 \pm 5.24$	$X = -0.41 \pm 4.00$ $X = 2.22 \pm 5.80$
	$t = 0.80$	$t = -1.57$
7a	$X = 0.34 \pm 4.81$ $X = -0.73 \pm 3.66$	$X = 0.19 \pm 5.17$ $X = -0.08 \pm 4.08$
	$t = 0.74$	$t = 0.17$

Cz		
COMPONENTE	REPOSO	ATENCIÓN
1a	Alto: $X = -2.46 \pm 16.58$	Alto: $X = 1.64 \pm 18.65$
	Bajo: $X = -0.08 \pm 17.83$	Bajo: $X = 2.00 \pm 10.80$
	$t = -0.41$	$t = -0.07$
2a	$X = 4.39 \pm 15.54$	$X = -0.82 \pm 19.27$
	$X = -3.48 \pm 13.54$	$X = 0.28 \pm 11.84$
	$t = 1.59$	$t = -0.20$
3a	$X = 1.74 \pm 9.60$	$X = 2.27 \pm 13.12$
	$X = -3.02 \pm 6.35$	$X = -0.72 \pm 10.98$
	$t = 1.72$	$t = 0.73$
4a	$X = 0.70 \pm 7.47$	$X = 0.34 \pm 12.00$
	$X = -1.69 \pm 9.33$	$X = 0.73 \pm 8.91$
	$t = 0.84$	$t = -0.11$
5a	$X = -1.69 \pm 6.17$	$X = 0.84 \pm 8.36$
	$X = 1.23 \pm 8.37$	$X = -0.83 \pm 9.19$
	$t = -1.18$	$t = 0.56$
6a	$X = -0.51 \pm 6.71$	$X = -1.47 \pm 4.89$
	$X = 1.47 \pm 6.35$	$X = 0.79 \pm 6.93$
	$t = -0.89$	$t = -1.12$
7a	$X = -0.27 \pm 3.84$	$X = 0.75 \pm 4.89$
	$X = -0.52 \pm 4.40$	$X = -0.13 \pm 3.79$
	$t = 0.18$	$t = 0.59$

## Fz

COMPONENTE	REPOSO	ATENCIÓN
1a	Alto: $X = -1.06 \pm 16.00$ Bajo: $X = 5.49 \pm 15.52$	Alto: $X = -5.15 \pm 15.98$ Bajo: $X = 1.11 \pm 12.90$
	t = -1.23	t = -1.27
2a	$X = 3.51 \pm 12.80$ $X = 4.33 \pm 11.00$	$X = -7.06 \pm 17.75$ $X = -1.44 \pm 10.72$
	t = -0.20	t = -1.13
3a	$X = -2.12 \pm 8.80$ $X = 3.00 \pm 7.70$	$X = -1.07 \pm 11.10$ $X = 0.64 \pm 9.07$
	t = -1.84	t = -0.50
4a	$X = -0.49 \pm 5.22$ $X = 1.86 \pm 6.36$	$X = -0.30 \pm 7.37$ $X = -0.72 \pm 6.13$
	t = -1.20	t = 0.18
5a	$X = -0.14 \pm 5.67$ $X = 0.11 \pm 7.29$	$X = -0.18 \pm 5.92$ $X = -0.45 \pm 5.31$
	t = -0.11	t = -0.33
6a	$X = 1.20 \pm 4.01$ $X = 0.79 \pm 4.87$	$X = -1.57 \pm 4.62$ $X = -0.02 \pm 7.15$
	t = 0.26	t = -0.77
7a	$X = 0.80 \pm 3.22$ $X = -0.53 \pm 4.87$	$X = 0.29 \pm 4.93$ $X = -0.07 \pm 4.28$
	t = 0.96	t = 0.23

RESULTADOS INTRAGRUPALES:

La comparaci3n intragrupal muestra el estad3stico "t" para muestras apareadas (dado que provienen del mismo sujeto) hecho para los cambios que se presentaron de una a otra condici3n dentro del mismo grupo de sujetos, utilizando para esto los valores obtenidos para los coeficientes (loading factors) de cada sujeto en cada derivaci3n y componente.

T3

COMPONENTE	ALTO RENDIM.	BAJO RENDIM.
1a	Reposo: $X = -1.86 \pm 8.38$ Atencion: $X = -0.90 \pm 6.95$	Reposo: $X = 3.40 \pm 6.16$ Atencion: $X = -0.86 \pm 7.63$
	$t = -0.67$	$t = 2.18^{**}$
2a	$X = -0.94 \pm 6.83$ $X = -1.27 \pm 7.72$	$X = 0.55 \pm 5.76$ $X = -0.81 \pm 7.14$
	$t = 1.03$	$t = 0.92$
3a	$X = -1.17 \pm 6.20$ $X = -1.37 \pm 5.79$	$X = 0.42 \pm 6.34$ $X = 2.20 \pm 5.20$
	$t = 1.04$	$t = -1.53$
4a	$X = 1.49 \pm 4.06$ $X = -0.90 \pm 3.11$	$X = 0.36 \pm 4.24$ $X = -1.57 \pm 4.86$
	$t = 3.08^{**}$	$t = 1.90$
5a	$X = -0.73 \pm 3.69$ $X = -1.19 \pm 4.62$	$X = 0.71 \pm 4.08$ $X = 1.11 \pm 3.63$
	$t = 0.36$	$t = -0.19$
6a	$X = 0.15 \pm 3.85$ $X = 1.06 \pm 3.63$	$X = -1.07 \pm 3.36$ $X = -0.13 \pm 2.90$
	$t = -1.10$	$t = -1.46$
7a	$X = -0.01 \pm 3.54$ $X = -0.04 \pm 3.64$	$X = -0.15 \pm 3.40$ $X = 0.51 \pm 2.97$
	$t = -0.08$	$t = -0.54$

\*\*  $p < 0.001$

COMPONENTE	ALTO RENDIM.	BAJO RENDIM.
1a	Reposo: $X = -2.33 \pm 9.42$ Atencion: $X = 2.50 \pm 9.50$	Reposo: $X = -0.98 \pm 7.91$ Atencion: $X = 1.05 \pm 8.44$
	$t = -2.42$ **	$t = -0.44$
2a	$X = 2.30 \pm 8.49$ $X = 2.99 \pm 6.66$	$X = -4.49 \pm 8.34$ $X = -0.69 \pm 4.10$
	$t = 0.68$	$t = -1.63$
3a	$X = 0.82 \pm 5.37$ $X = -2.34 \pm 5.45$	$X = -2.48 \pm 5.10$ $X = -0.41 \pm 5.00$
	$t = 1.63$	$t = 1.88$
4a	$X = 1.33 \pm 4.70$ $X = -1.33 \pm 7.51$	$X = 0.35 \pm 4.15$ $X = -0.37 \pm 4.15$
	$t = 1.88$	$t = 0.66$
5a	$X = -0.45 \pm 4.17$ $X = 0.91 \pm 5.16$	$X = -1.13 \pm 5.36$ $X = 0.30 \pm 3.64$
	$t = 0.20$	$t = -1.44$
6a	$X = 0.57 \pm 2.97$ $X = 0.61 \pm 4.95$	$X = -0.60 \pm 3.47$ $X = -0.29 \pm 3.06$
	$t = 0.00$	$t = -0.48$
7a	$X = 0.59 \pm 3.76$ $X = -0.51 \pm 3.84$	$X = 0.12 \pm 3.05$ $X = -0.12 \pm 3.10$
	$t = 1.73$	$t = 0.30$

\*\*  $P < 0.001$



COMPONENTE	ALTO RENDIM	BAJO RENDIM
1a	Reposo: $X = -2.66 \pm 14.05$ Atencion: $X = -0.61 \pm 11.42$	Reposo: $X = 3.75 \pm 13.57$ Atencion: $X = -0.57 \pm 9.87$
	$t = 1.05$	$t = 1.28$
2a	$X = -0.12 \pm 9.71$ $X = -0.30 \pm 15.75$	$X = -0.13 \pm 9.24$ $X = -0.21 \pm 9.87$
	$t = 0.01$	$t = 0.10$
3a	$X = -1.56 \pm 8.24$ $X = -2.98 \pm 10.14$	$X = 3.91 \pm 5.90$ $X = 0.64 \pm 9.94$
	$t = 0.46$	$t = 1.95$
4a	$X = 1.12 \pm 5.87$ $X = 0.79 \pm 7.15$	$X = -0.23 \pm 7.37$ $X = -2.20 \pm 6.97$
	$t = -0.03$	$t = 1.23$
5a	$X = -0.13 \pm 5.77$ $X = 1.51 \pm 8.44$	$X = -1.17 \pm 4.83$ $X = -0.23 \pm 4.62$
	$t = 1.45$	$t = -0.96$
6a	$X = -0.64 \pm 4.12$ $X = 0.97 \pm 5.50$	$X = -0.33 \pm 5.08$ $X = -0.18 \pm 6.07$
	$t = 1.73$	$t = 0.13$
7a	$X = -0.92 \pm 2.94$ $X = 0.81 \pm 4.04$	$X = -0.79 \pm 3.36$ $X = 1.19 \pm 4.63$
	$t = -1.47$	$t = 1.81$

## C4

COMPONENTE	ALTO RENDIM	BAJO RENDIM
1a	Reposo: $X = -3.91 \pm 13.27$ Atencion: $X = -0.72 \pm 15.64$	Reposo: $X = 3.51 \pm 15.62$ Atencion: $X = 0.82 \pm 13.09$
	$t = -0.88$	$t = 0.68$
2a	$X = -0.00 \pm 12.55$ $X = 1.92 \pm 16.66$	$X = -3.79 \pm 9.60$ $X = 1.47 \pm 7.93$
	$t = -0.63$	$t = -2.67 **$
3a	$X = 1.22 \pm 9.93$ $X = -2.61 \pm 8.88$	$X = 1.80 \pm 8.11$ $X = -0.58 \pm 9.87$
	$t = 1.65$	$t = 1.12$
4a	$X = -1.19 \pm 9.08$ $X = -1.50 \pm 9.42$	$X = 3.05 \pm 5.95$ $X = -0.82 \pm 7.42$
	$t = 0.02$	$t = 2.30 *$
5a	$X = 0.50 \pm 5.78$ $X = -2.97 \pm 8.65$	$X = 2.51 \pm 6.08$ $X = 0.86 \pm 7.27$
	$t = 1.86$	$t = 0.74$
6a	$X = 0.12 \pm 4.61$ $X = -0.66 \pm 4.11$	$X = 0.34 \pm 5.03$ $X = 0.47 \pm 5.42$
	$t = 0.90$	$t = 0.38$
7a	$X = -0.55 \pm 4.20$ $X = -0.72 \pm 4.31$	$X = 1.25 \pm 3.72$ $X = 0.05 \pm 3.98$
	$t = -0.21$	$t = 1.29$

\*\*  $P < 0.001$

COMPONENTE	ALTO RENDIM	BAJO RENDIM
1a	Reposo: X = -3.37 ± 13.10 Atencion: X = 2.37 ± 13.03	Reposo: X = 2.75 ± 8.35 Atencion: X = -1.95 ± 11.20
	t = -2.45 *	t = 1.40
2a	X = -2.00 ± 7.96 X = 4.76 ± 12.54	X = -4.19 ± 10.08 X = 1.75 ± 8.52
	t = -2.70 *	t = -3.47 **
3a	X = -1.36 ± 9.60 X = 2.75 ± 8.36	X = -2.28 ± 4.61 X = 1.14 ± 8.91
	t = -2.46 *	t = -1.88
4a	X = 1.99 ± 7.26 X = 0.37 ± 8.19	X = -0.80 ± 8.50 X = -2.30 ± 6.89
	t = 1.47	t = 0.82
5a	X = -1.04 ± 5.23 X = 1.93 ± 7.25	X = -1.47 ± 4.88 X = 0.67 ± 5.99
	t = -1.93	t = -1.72
6a	X = -0.15 ± 5.11 X = -0.55 ± 3.97	X = 1.20 ± 5.47 X = -0.79 ± 5.16
	t = 0.86	t = 2.10
7a	X = 0.50 ± 3.15 X = 1.08 ± 4.83	X = -0.11 ± 3.22 X = -1.07 ± 4.47
	t = 1.23	t = 1.06

\*\* P &lt; 0.001

\* P &lt; 0.05

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

P4

COMPONENTE	ALTO RENDIM	BAJO RENDIM
1a	Reposo: $X = -3.08 \pm 9.90$	Reposo: $X = 1.24 \pm 9.15$
	Atencion: $X = 3.34 \pm 14.31$	Atencion: $X = -1.48 \pm 13.03$
	$t = -2.54^{**}$	$t = 0.83$
2a	$X = -3.78 \pm 9.66$	$X = -3.93 \pm 10.33$
	$X = 4.00 \pm 13.39$	$X = 4.19 \pm 7.21$
	$t = -3.98^{**}$	$t = -4.07^{**}$
3a	$X = -0.68 \pm 11.38$	$X = -0.62 \pm 7.43$
	$X = 0.76 \pm 9.88$	$X = 1.02 \pm 9.97$
	$t = 0.48$	$t = -1.19$
4a	$X = 0.36 \pm 9.61$	$X = -2.20 \pm 7.63$
	$X = 1.11 \pm 8.95$	$X = 1.41 \pm 7.47$
	$t = -0.22$	$t = 1.85$
5a	$X = 1.13 \pm 5.06$	$X = -2.69 \pm 5.40$
	$X = -3.09 \pm 8.06$	$X = 0.05 \pm 6.93$
	$t = 2.06^*$	$t = 1.10$
6a	$X = 0.14 \pm 5.51$	$X = -1.32 \pm 5.24$
	$X = -0.41 \pm 4.00$	$X = 2.22 \pm 5.80$
	$t = 0.82$	$t = 2.28^*$
7a	$X = 0.34 \pm 4.81$	$X = -0.73 \pm 3.66$
	$X = 0.19 \pm 5.17$	$X = -0.08 \pm 4.08$
	$t = 0.51$	$t = -0.50$

\*\*  $P < 0.001$

\*  $P < 0.05$

## CZ

COMPONENTE	ALTO RENDIM	BAJO RENDIM
1a	Reposo: $X = -2.46 \pm 16.58$ Atencion: $X = 1.64 \pm 18.65$	Reposo: $X = -0.08 \pm 17.83$ Atencion: $X = 2.00 \pm 10.80$
	$t = -1.39$	$t = -0.31$
2a	$X = 4.39 \pm 15.54$ $X = -0.82 \pm 19.27$	$X = -3.48 \pm 13.54$ $X = 0.28 \pm 11.84$
	$t = 1.31$	$t = -0.59$
3a	$X = 1.74 \pm 9.60$ $X = 2.27 \pm 13.12$	$X = -3.02 \pm 6.35$ $X = -0.72 \pm 10.98$
	$t = -0.20$	$t = -1.33$
4a	$X = 0.70 \pm 7.47$ $X = 0.34 \pm 12.00$	$X = -1.69 \pm 9.33$ $X = 0.73 \pm 8.91$
	$t = 0.15$	$t = -0.42$
5a	$X = -1.69 \pm 6.17$ $X = 0.84 \pm 8.36$	$X = 1.23 \pm 8.37$ $X = -0.83 \pm 9.19$
	$t = -2.39\#$	$t = 1.08$
6a	$X = -0.51 \pm 6.72$ $X = -1.47 \pm 4.89$	$X = 1.47 \pm 6.35$ $X = 0.79 \pm 6.93$
	$t = 1.00$	$t = -0.36$
7a	$X = -0.27 \pm 3.84$ $X = 0.75 \pm 4.89$	$X = -0.52 \pm 4.40$ $X = -0.13 \pm 3.79$
	$t = -0.87$	$t = 0.43$

\*  $P < 0.05$

## FZ

COMPONENTE	ALTO RENDIM.	BAJO RENDIM.
1a	Reposo: $X = -1.06 \pm 15.00$ Atencion: $X = -5.15 \pm 15.98$	Reposo: $X = 5.49 \pm 15.52$ Atencion: $X = 1.11 \pm 12.90$
	t = 1.22	t = 1.44
2a	$X = 3.51 \pm 12.80$ $X = -7.06 \pm 17.75$	$X = 4.33 \pm 11.00$ $X = -1.44 \pm 10.72$
	t = 4.15**	t = 1.28
3a	$X = -2.12 \pm 8.80$ $X = -1.07 \pm 11.10$	$X = 3.00 \pm 7.70$ $X = 0.64 \pm 9.07$
	t = -0.44	t = 1.26
4a	$X = -0.49 \pm 5.22$ $X = -0.50 \pm 7.37$	$X = 1.86 \pm 6.36$ $X = -0.72 \pm 6.13$
	t = -0.07	t = 1.31
5a	$X = -0.14 \pm 5.67$ $X = -0.18 \pm 5.92$	$X = 0.11 \pm 7.29$ $X = -0.45 \pm 5.31$
	t = 0.07	t = -0.19
6a	$X = 1.20 \pm 4.01$ $X = -1.57 \pm 4.62$	$X = 0.79 \pm 4.87$ $X = -0.02 \pm 7.15$
	t = -2.75**	t = 0.31
7a	$X = 0.80 \pm 3.22$ $X = -0.53 \pm 4.87$	$X = -0.53 \pm 4.87$ $X = -0.07 \pm 4.28$
	t = 0.81	t = -0.50

\*\* P &lt; 0.001

**" IMPRESOS CERVANTES "**  
**TESIS URGENTES - LIBROS - FOLLETOS - OFFSET**  
**MECANOGRAFIA E IMPRENTA EN GENERAL**

*Javier Cervantes González*

OFICINA DE RECEPCION DE TRABAJOS:  
DIAGONAL SAN ANTONIO No. 1908  
COL. NARVARTE  
TEL. 519 - 46 - 79  
(TOCAR TIMBRE)

T A L L E R :  
REP. DE CUBA No. 99  
DESPACHO 87  
COL. CENTRO