



UNAM CAMPUS IZTACALA DE
 D. C. PROCESOS TECNICOS
 PAPELETA DE DEVOLUCION

NOTA: EL LECTOR SE OBLIGA A DEVOLVER ESTE LIBRO a profesionales
 M. CAMPUS IZTACALA
 UNAM CAMPUS IZTACALA
 EL ULTIMO SELLO.

"ESTUDIO DE LOS POTENCIALES EVOCADOS VISUALES EN ESCOLARES SOMETIDOS A UNA PRUEBA DE ATENCION NO SELECTIVA"

T E S I S

Para obtener el grado de
 LICENCIADO EN BIOLOGIA
 Que presenta
 ALFONSO REYES OLIVERA

Los Reyes Iztacala Edo. de México
 Marzo de 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A la persona más maravillosa que
he tenido en la vida: MI MADRE.

A Carmen con todo mi cariño.

A mi padre y hermanos con agradecimiento
y respeto, pero en especial a mi hermano
Abraham a quien admiro profundamente.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial a todos los niños que participaron en este trabajo.

A mi directora de tesis, Dra. Thalia Harmony por todo el apoyo brindado en la elaboración de este trabajo, pero principalmente por su amistad.

A mis sinodales que con sus observaciones han enriquecido mi vida académica.

A mis compañeros del laboratorio de Neurometría por su amistad y consejos que siempre he tomado en cuenta; en especial a mi maestro y amigo Mario Rodríguez.

A toda la gente de los laboratorios de Plasticidad Cerebral y Neuromorfología por su compañerismo y ayuda incondicional.

A mis compañeros de la Maestría en Neurociencias por su paciencia y comprensión.

A Alicia Cruz por todas las facilidades prestadas.

Parte de los resultados fueron presentados en:

XXX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas
en Jalapa, Veracruz.

VII Coloquio de Investigación de la
ENEP-Iztacala, UNAM.

I N D I C E

	Pag.
PRESENTACION	
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Definición de Potenciales Evocados.....	1
1.2. Componentes Exógenos y Endógenos.....	2
1.3. Potenciales Evocados Visuales.....	5
1.3.1. Estímulo Visual.....	5
1.3.2. Respuesta Transitoria y de Estado Constante..	6
1.3.3. Morfología de los PEVs.....	6
1.3.4. Generadores Neurogénicos.....	8
1.3.5. Variabilidad de los PEVs.....	10
1.3.5.1. Edad.....	10
1.4. Atención y Potenciales Evocados.....	11
1.5. Video Juegos.....	17
2. OBJETIVOS.....	19
3. DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	20
3.1. Video Juegos.....	20
3.1.1. Evaluación de Pruebas.....	23
3.2. Potenciales Evocados Visuales.....	29
4. RESULTADOS.....	32
4.1. Pruebas Psicofisiológicas.....	32
4.2. Potenciales Evocados Visuales.....	34
5. DISCUSION.....	36
5.1. Pruebas Psicofisiológicas.....	37

5.2. Potenciales Evocados Visuales.....	38
5.2.1. Edad.....	38
5.2.2. Diferencias Intragrupos.....	39
5.2.3. Diferencias Entre Grupos Control y	
Experimental.....	40
6. CONCLUSIONES.....	44
7. BIBLIOGRAFIA.....	46

PRESENTACION

Uno de los trastornos más frecuentes observados en la edad escolar es el "déficit de la atención" que se relaciona directamente con la presencia de trastornos del aprendizaje (Fleisher, 1984). Generalmente estos no se identifican hasta que el niño presenta dificultades severas que lo llevan a repetir en varias ocasiones algún grado escolar. La posibilidad de detectar tempranamente estas alteraciones es de gran interés, pues posibilitaría el dar una ayuda específica a estos niños, impidiendo que llegaran a los niveles de fracaso que producen por sí mismos otras alteraciones conductuales que se añaden al déficit básico.

Dado que los potenciales evocados se han relacionado con el procesamiento de la información por el sistema nervioso, en esta tesis se planteó su estudio en dos grupos de niños: aquellos que muestran un alto rendimiento en unas pruebas de atención diseñadas ad hoc, así como los que muestran un bajo rendimiento. Todos los niños cursaban regularmente el tercer grado escolar y no tenían ningún tipo de alteración de acuerdo a la opinión de los maestros y de los padres de familia, por lo tanto no constituye una muestra de casos que se consideraran fuera del rango de lo "normal". Nos interesa conocer, si aún existiendo diferencias sutiles entre estos grupos era posible detectar diferencias en sus potenciales evocados visuales, con la finalidad de utilizar estos potenciales como método de detección temprana de los déficits en la atención.

1. INTRODUCCION

1.1. DEFINICION DE POTENCIALES EVOCADOS

Los potenciales evocados (PEs) los podemos definir como respuestas eléctricas del sistema nervioso a la estimulación sensorial, recogiendo como gráficas de voltaje en función del tiempo. Consisten en deflexiones u ondas caracterizadas por su amplitud, latencia y otras propiedades que veremos más adelante. Regularmente se obtienen los PEs por estimulación visual, auditiva o estimulando eléctricamente nervios periféricos. Estos PEs se registran en la superficie del cuero cabelludo con electrodos superficiales o sobre la piel en regiones de la columna vertebral o nervios periféricos. En algunos trabajos de investigación los PEs pueden obtenerse por métodos quirúrgicos, colocando los electrodos de estimulación directamente en regiones del Sistema Nervioso Central (SNC), aunque en el hombre se colocan raramente en la profundidad del cerebro.

Una respuesta (PE) individual tiene generalmente baja amplitud y puede ser enmascarada parcial o totalmente por el electroencefalograma (EEG). Para simplificar este problema, se extraen los PEs del EEG repitiendo los estímulos "n" veces calculando por computadora el PE promedio. Los PEs no varían considerablemente, puesto que la respuesta está relacionada en el tiempo con el estímulo, aunque pueden asumir una variedad de formas de onda dependiendo de los cambios momentáneos en el

estado del cerebro (John, 1973a; John et al., 1973), mientras la variabilidad de la actividad de fondo (EEG) es grande y asincrónica. Así entonces, es posible incrementar la amplitud del PE y reducir de manera importante el "ruido" de fondo (EEG) por medio de la promediación de señales en una relación proporcional a la raíz cuadrada del número de repeticiones "n".

La respuesta tiene una relación de fase con el estímulo y es proporcional a "n", pero el "ruido" por no mantener ésta relación su contribución es proporcional a la raíz cuadrada de "n" (John, 1977).

En algunas ocasiones los Potenciales Evocados se denotan como Potenciales Relacionados a Eventos (PRE) o bien Potenciales Provocados que es una traducción más adecuada de "Evoked Potentials". Sin embargo, el término Potencial Evocado se emplea con mayor frecuencia, por lo cual conservamos esta denominación.

1.2. COMPONENTES EXOGENOS Y ENDOGENOS

Los componentes de los PEs se han clasificado de diversas formas, una de ellas separa los componentes de acuerdo a su aparición, en tempranos o específicos y tardíos o inespecíficos. Los primeros se originan por activación de una vía sensitiva determinada y los segundos corresponden a regiones de activación más difusas donde intervienen fenómenos psicológicos o cognoscitivos.

Recientemente la clasificación comprende dos tipos de componentes: a) los denominados exógenos, que reflejan la entrada de un estímulo aferente externo y b) los endógenos como muestra de la actividad eléctrica liberada por algún sistema interno (Grinberg y John, trabajo no publicado, 1974).

a) Los componentes exógenos corresponden a ondas tempranas de los PEs. Su respuesta se inicia inmediatamente después del estímulo y se prolonga hasta aproximadamente 250 mseg. Representan campos eléctricos generados por activación sincrónica de poblaciones neuronales como respuestas a un estímulo. Generalmente son constantes en amplitud, latencia y distribución en el cuero cabelludo. Siempre se obtienen por estimulación externa y son afectados por los parámetros físicos del estímulo.

Aunque son dependientes del estímulo, esto no implica que el procesamiento de la información asociada al evento sea idéntico para todas las presentaciones del estímulo. Los procesos asociados también dependen de eventos internos del sistema nervioso.

Podemos distinguir componentes exógenos en los Potenciales Evocados Auditivos (PEAs), Potenciales Evocados Visuales (PEVs) y Potenciales Evocados Somatosensoriales (PESS).

b) La actividad endógena responde a fenómenos perceptuales, cognoscitivos y motores. Son componentes tardíos y sus

características se relacionan solo parcialmente con los parámetros físicos del estímulo.

Los estímulos exteriores pueden generarlos pero su morfología y aparición en el tiempo están determinados por procesos cognoscitivos particulares asociados al estímulo, más que por su modalidad o propiedades físicas (Hillyard y Woods, 1979). Pueden ser provocados en ausencia del estímulo.

La variación de los componentes endógenos está relacionada con las tareas asignadas al sujeto y la experiencia previa del sujeto a exposiciones similares. Su relación con los procesos cognoscitivos hace más difícil determinar el momento exacto en el cual ocurre el PE. La amplitud, latencia y distribución de los componentes no cambia con los parámetros de estimulación.

Entre los componentes endógenos podemos mencionar: N200 (polaridad negativa con latencia de 200 mseg); P300 (positiva de latencia 300 mseg); ondas lentas (parecidas a P300); Variación Contingente Negativa (VCN).

Existen situaciones donde la variación de los PEs no puede atribuirse a la variación en los parámetros físicos del estímulo, entonces los componentes de los PEs se consideran endógenos.

1.3. POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

En este trabajo haremos referencia únicamente a los Potenciales Evocados Visuales (PEVs). Estos potenciales varían dependiendo del tipo de estímulo, magnitud, modo de presentación, parámetros de estimulación como forma y frecuencia, etc.

1.3.1. Estímulo Visual

El estímulo visual se puede presentar de dos maneras: 1) en forma de campo estructurado con una imagen o patrón, o 2) por un campo sin imagen iluminado por luz difusa. El estímulo en patrón se representa a manera de tablero de ajedrez con cuadros oscuros y claros de bordes bien definidos, o también patrones con bandas claras y oscuras dispuestos horizontal o verticalmente. Es posible emplear estímulos en movimiento, estímulos con algún contenido como letras, números, figuras, palabras u otras representaciones.

La estimulación con luz difusa (en inglés "flash") puede definirse como la presentación de destellos luminosos de corta duración o por la iluminación de una pantalla o monitor de televisión con ausencia de elementos bien definidos que representen alguna estructura o imagen.

1.3.2. Respuestas Transitorias y de Estado Constante

En el estudio de los PEVs se han observado dos tipos de respuesta dependiendo de la frecuencia de los estímulos; una transitoria y otra de estado constante. Las primeras consisten en una secuencia de picos diferentes que aparecen con una latencia constante después de aplicado el estímulo, el intervalo entre estímulos es grande y permite que todos los componentes del PEV se hagan evidentes ante un nuevo estímulo (Regan, 1972; Harmony, 1984).

Los PEVs de estado constante consisten en ondas uniformes y rítmicas presentes en la misma frecuencia o en armónicos del estímulo repetitivo, es decir, ante estímulos de frecuencias superiores a 5 Hz, la respuesta estará en función de la frecuencia de estimulación puesto que, el tiempo inter estímulo a más de 5 Hz es tan breve que no permite la recuperación total del sistema. Se observan los efectos del estímulo en la respuesta evocada, pero los componentes y detalles que aparecen en el estado transitorio son eventualmente indistinguibles al fusionarse en una respuesta senoidal (Harmony, 1984).

1.3.3. Morfología de los PEVs

Generalmente se reportan PEVs con luz difusa como gráficos de siete picos (Ciganek, 1961; figura 1) que varían ampliamente

POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

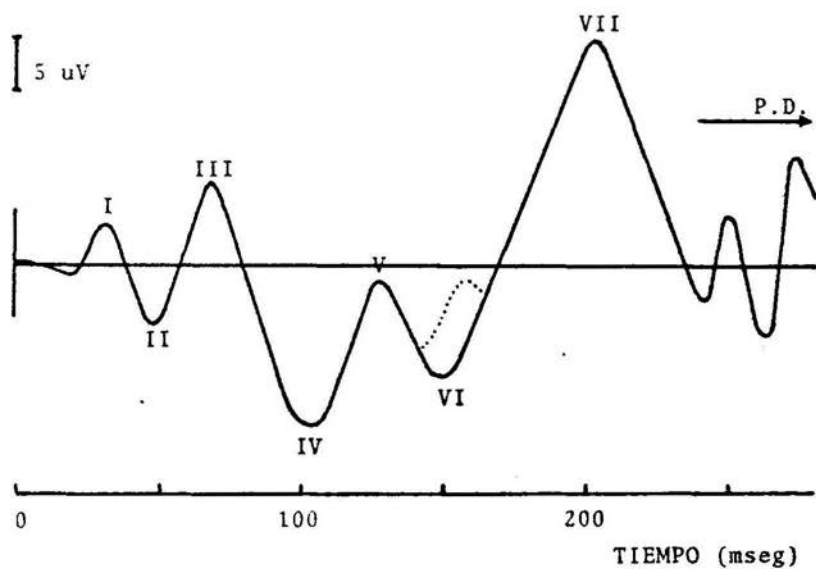


FIGURA 1. Representación esquemática de los PEVs con luz difusa. Los componentes tempranos (ondas I, II, III), los tardíos (IV, V, VI, VII) y los primeros elementos de la postdescarga (P.D.) (Ciganek, 1961).

de polaridad, amplitud y latencia. Estas diferencias no se deben solamente a las distintas modalidades en los métodos de estimulación y registro (Ciganek, 1975), pues aún con el mismo estímulo los PEVs varían considerablemente entre sujetos, así como en el mismo sujeto en el tiempo (Aunon, 1977), esto hace muy difícil definir un patrón típico de PEVs con cierto número de picos, amplitud, latencia y polaridad constante (Werre, 1964; Oosterhuis, 1969) a no ser que los PEVs de muchos sujetos sean promediados conjuntamente. Para propósitos de diagnóstico cada laboratorio selecciona uno o algunos de los parámetros del PEV dependiendo de su particular interés.

Los PEVs por luz difusa iluminando parcial o totalmente la fovea son más efectivos que en regiones de la retina extrafovea (Rietveld, 1965; Eason, 1967).

No obstante la gran variabilidad de los PEVs, Ciganek (1961) ha propuesto una nomenclatura para la descripción de los componentes del PEV (figura 1).

Describe tres tipos de ondas registradas en las regiones occipital central (Oz) y parital central (Pz). El primer tipo comprende tres ondas (de I a III, con latencias promedio de 39, 53 y 72 msec respectivamente), las cuales son referidas como "componentes tempranos". La onda III es la más constante. Las ondas IV a VII (94, 114, 134 y 190 msec) corresponden al tipo de "componentes tardíos" y finalmente una postdescarga, la cual consiste en ondas rítmicas con frecuencias dentro del rango

alfa del electroencefalograma. Esta postdescarga desaparece cuando se abren los ojos. En algunos casos se presenta un componente positivo en la latencia correspondiente a la onda VI, sin embargo, su presencia es muy variable (figura 1).

Ciganek sugiere que los componentes tempranos son respuestas específicas a destellos lumínicos de la vía visual, mientras los componentes tardíos son respuestas inespecíficas.

1.3.4. Generadores Neurogénicos

Es difícil la localización intracraneal de los generadores neurogénicos dada la gran variabilidad interindividual de los PEVs, a la que ya hemos hecho referencia. La amplitud máxima puede predecir la localización solamente si el generador cortical tiene un dipolo orientado perpendicularmente al sitio del registro en el cuero cabelludo. En vista de esto, hay pruebas de por lo menos dos regiones distintas que reflejan eventos neuronales independientes, la región del vertex y el área occipital. Cobb y Dawson (1960), demostraron que en los primeros 90 mseg después del estímulo flash, los eventos se invierten de fase entre 3 y 6 cm arriba del inion. Rémond y Lesevre (1965), realizaron mapas espacio-temporales con electrodos equidistantes colocados en la línea media sagital, observando dos fuentes:

a) en la región occipital con una onda negativa de 50-80 mseg de latencia después de haberse presentado el estímulo y un gradiente positivo entre 120-140 mseg; y

b) anterior a la región occipital, en la unión parieto-occipital, se presenta una onda positiva con latencia de 40-45 mseg después del estímulo.

Para el análisis de mapas isopotenciales, Vaughan (1969) encontró que tanto los componentes tempranos como los tardíos mostraron una superposición máxima en regiones occipitales, pero aparecía una onda secundaria a los 200 mseg en la región central. Esto sugiere que los componentes de los PEVs son el resultado de generadores neurogénicos distintos, occipital y central, más que la conducción por volumen de la respuesta occipital.

Se han realizado estudios para determinar con mayor precisión los generadores neurogénicos, se han estudiado: el nervio óptico (Starr, 1978); corteza calcarina (Rayport, 1964); corteza estriada, pre-estriada, inferotemporal y frontal (Vaughan, 1969; Corletto, 1967); retina y nervio óptico (Vaughan, 1964) y muchos otros estudios, demostrando que los PEVs por flashes en el hombre se originan en el área visual específica (área 17 de Brodmann) y en la corteza no específica (áreas 18 y 19). También se sugiere que algunos cambios en los PEVs son producto de lesiones en regiones cerebrales fuera de la vía visual, pero que mantienen relación con esta vía.

1.3.5. Variabilidad de los PEVs

1.3.5.1. Edad

La edad es uno de los factores a considerar cuando se estudian los PEVs. En infantes prematuros después de 24 semanas de gestación, los PEVs con flashes registrados en el occipital presentan una onda negativa entre 200-300 mseg. De la semana 32 a la 35 aparece una onda positiva antes de 200 mseg que precede a la onda negativa. Posteriormente, la amplitud de la onda positiva aumenta mientras la negativa decrece y la latencia de ambas ondas se reduce. Cuando se aumenta la edad gestacional, la distribución de los PEVs se extiende de regiones occipitales a zonas frontocentrales.

Los infantes a término presentan una secuencia de picos negativo-positivo-negativo. Ulteriormente se adicionan picos y decrecen las latencias de los ya existentes. Las latencias de los componentes tempranos alcanzan valores similares a los observados en los adultos en la infancia, mientras los tardíos no completan su madurez hasta la pubertad (Blow, 1980). La amplitud y la latencia varían más en niños que en adultos (Callaway, 1973).

En la edad adulta, la latencia de los PEVs se incrementa después de los 65 años (Dustman, 1969). La amplitud puede aumentar o disminuir.

1.4. ATENCION Y POTENCIALES EVOCADOS

Uno de los problemas fundamentales en el estudio de la atención es su definición. Hay quienes la definen como un "enfoque activo de la mente" o "concentración de la conciencia" entre otros, aunque estas definiciones no son del todo claras (Thompson, 1986).

Consideramos para fines prácticos la separación de la atención en tres estados generales: vigilia, alertamiento y atención selectiva.

Un estado de vigilia o vigilancia comprende situaciones en donde el individuo se encuentra despierto pero en reposo total, cuando no existen condiciones que desvíen sus receptores sensoriales hacia un evento determinado.

El alertamiento es una fase de atención dirigida hacia estímulos simples, como cuando un animal mueve la cabeza hacia una fuente sonora o algún destello luminoso. En estas condiciones el individuo pasa de un estado de reposo a una condición de "alertamiento".

Durante la atención selectiva, existe la necesidad de discriminar algún estímulo particular (relevante) entre un conjunto de aferentes (irrelevantes). Así entonces, partiendo de un estímulo simple que ocasiona alertamiento, pasamos a otro

nivel donde existen varios estímulos y el individuo tiene que elegir o "seleccionar" el más importante en ese momento.

De lo anterior, podemos decir que para abordar el fenómeno de atención debemos definir el nivel en el cual se piensa trabajar para delimitar mejor el problema.

Para estudiar la atención se han realizado muchas investigaciones que la interrelacionan con las respuestas evocadas sensoriales registradas en diversas regiones del encéfalo.

En los años 50's, por evidencias anatómicas, se observaron vías eferentes (descendentes) asociadas con las vías sensoriales. Los mensajes aferentes podían ser inhibidos (modulados o suprimidos) a través de la acción de estas vías.

Por los trabajos de Livingston (1959); Granit (1955); Hernández-Peón (1961, 1966), se pensaba en algún proceso inhibitorio que suprimía la entrada y este proceso era originado en regiones localizadas de la Formación Reticular (FR).

La corteza cerebral también afecta al sistema reticular por medio de las vías córticofugas. La corteza tiene interacciones directas con las neuronas de las vías aferentes a nivel talámico e indirectas a través de los sistemas inespecíficos.

Esto nos dice, que la recepción del estímulo involucra un equilibrio dinámico con relaciones recíprocas entre la actividad

de la vía aferente y las influencias eferentes de la corteza y FR. Esta es una de las consideraciones básicas para la hipótesis de que el sistema reticular es un mediador del proceso perceptual.

Hernández-Peón, Scherrer y Jouvét (1956) fueron los primeros en señalar que las respuestas evocadas auditivas (y posteriormente las visuales) disminuían en amplitud cuando el animal, un gato, atendía a otro tipo de estímulo con carácter de novedad o que era capaz de producir distracción. En 1957 Hernández-Peón y colaboradores postularon que cuando el animal atiende a un estímulo dado, la entrada de otras modalidades sensoriales era filtrada o atenuada a través de mecanismos centrales y periféricos, de modo que el animal podía permanecer con una sensibilidad máxima hacia la modalidad sensorial del estímulo que provocaba la atención. Propugnaban que el origen del "filtro" residía en la porción baja del tallo cerebral, en particular en la FR.

Jouvét (1957) investigó en el hombre, durante intervenciones quirúrgicas el efecto de la atención selectiva (definida como aquellos procesos cerebrales que permiten que algún estímulo sea procesado más rápido y efectivamente que otros) y la presencia de estímulos distractores de otras modalidades en el EEG registrado sobre la corteza occipital y la respuesta subcortical en las radiaciones ópticas. Encontró que la estimulación repetida con flashes produce un aumento de la

respuesta en las radiaciones ópticas cuando se le indicó al sujeto que atendiera y contara los destellos luminosos. En la superficie, el EEG observó un incremento en la actividad de bajo voltaje y alta frecuencia al inicio del periodo de atención que con el tiempo tiende a disminuir. Cuando el estímulo de naturaleza distractora se introduce como una modalidad distinta a la visual, hay una reducción en la respuesta subcortical visual hasta valores muy bajos y en ocasiones a la desaparición total.

Los estímulos olfatorios, auditivos y nociceptivos son muy efectivos en la supresión, pero la estimulación táctil parece menos efectiva. Los cálculos mentales y la resolución de problemas también causan reducción de amplitud en las respuestas de las radiaciones ópticas. Jouvét consideró que la reducción de la respuesta subcortical durante la estimulación dirigida a una modalidad distractora se debía a la distinción entre los mecanismos neurales puestos en práctica en el momento de reposo y aquellos involucrados en el momento de la atención. Sus resultados confirmaron lo que previamente se había obtenido en animales (Hernández-Peón, 1955; Hernández-Peón, Scherrer y Jouvét, 1956). Sin embargo, no se sabía si la inhibición que él demostraba se encontraba a nivel del cuerpo geniculado lateral o en la retina, ya que ambos se afectaban negativa o positivamente por la estimulación reticular.

Horn (1960) registró las respuestas evocadas a un destello luminoso en la corteza visual de gatos cuando los animales estaban en reposo o cuando estaban viendo a un ratón. Encontró que la amplitud de la respuesta evocada por el destello luminoso disminuía en lugar de aumentar, cuando el animal miraba a su alrededor. Estos hallazgos sugieren que la respuesta evocada cortical primaria a un estímulo sin significado específico pueden disminuir de amplitud cuando un animal atiende a cualquier tipo de estímulo novedoso.

Esta depresión uniforme de la actividad provocada producida por los estímulos novedosos, parecería sugerir un modo central común de acción, en lugar de un filtrado periférico en cada tipo de entrada de las vías sensoriales.

Hubel y colaboradores (1959) en estudios con microelectrodos, reportaron que algunas células de la corteza auditiva primaria no responden regularmente a ningún tipo de estimulación excepto cuando el animal está atento al estímulo. En otras palabras, un estímulo auditivo dado no hará descargar a la célula si el animal no está atento, pero la célula descargará si el animal (en este caso gato) parece prestar atención al estímulo.

Haider, Spong y Lindsley (1964) investigaron el efecto de la "vigilancia" sobre la amplitud de las respuestas evocadas por destellos luminosos en humanos. Presentaron destellos a una frecuencia de 0.33 Hz, la mayoría de los cuales eran intensos,

con algunos más débiles entremezclados aleatoriamente. La tarea de vigilancia requería que los individuos accionaran un dispositivo solamente cuando aparecían los destellos más débiles. Los resultados mostraron que la mayoría de los componentes tardíos de la respuesta evocada eran considerablemente mayores en el caso de las detecciones correctas en relación con las incorrectas.

En un trabajo posterior, Spong, Haider y Lindsley (1965) demostraron efectos diferenciales en el promedio de las respuestas evocadas visuales y auditivas. Registraron las respuestas por destellos luminosos en la región occipital del cráneo y las respuestas auditivas a un breve sonido en la región temporal. Se presentaban series de destellos luminosos y sonidos y se requería de los sujetos que prestaran atención a la señal luminosa e ignoraran la auditiva o viceversa o bien, accionaran un dispositivo o contaran los destellos o los sonidos. Durante la tarea de vigilancia las respuestas evocadas por la modalidad sensorial "esperada" fueron mucho mayores comparadas con las respuestas al estímulo que debía ignorarse, especialmente en el caso de las respuestas provocadas por destellos. Esta diferencia relativa que favorece al estímulo esperado, aparece también en otras tareas en las cuales la luz es el estímulo. Los resultados de las respuestas provocadas por un sonido fueron mucho menos claras (figura 2).

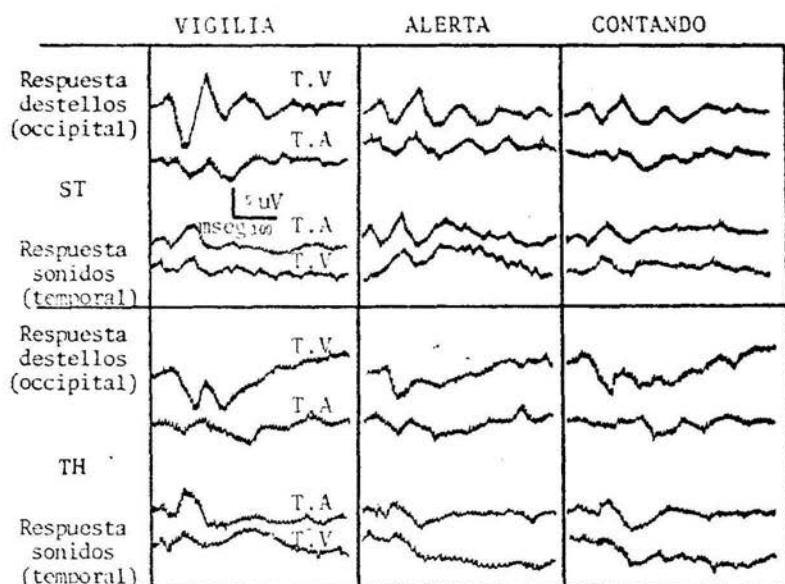


FIGURA 2. Potenciales evocados corticales en dos sujetos (ST y TH), en respuesta a destellos luminosos y estímulos sonoros. Los registros fueron en áreas occipital y temporal. Simultáneamente los sujetos efectuaron tareas visuales (T.V) y auditivas (T.A) en tres situaciones experimentales: vigilia, alerta y contando. Los destellos luminosos se alternaron con los sonidos aleatoriamente. Tiempo de análisis 500 msec. Polaridad negativa hacia arriba. (Modificado de Spong, Haider y Lindsley, 1965. Tomado de Thompson, 1986).

1.5. VIDEO JUEGOS

Las pruebas tradicionales para evaluar el desarrollo intelectual captan el estado de desarrollo en el momento en que el sujeto las realiza, lo que Vigotskii (1966) denomina "zona de desarrollo actual", no revelan las potencialidades del desarrollo o "zona de desarrollo próximo o potencial" que se expresan en la capacidad del sujeto para aprender, es decir, la capacidad que tiene para asimilar, en una situación de interacción, diferentes niveles de ayuda que orienten su situación. Estos niveles de ayuda pueden basarse, entre otros, en la utilización de la retroalimentación ante la respuesta correcta o incorrecta.

Además de que en la mayoría de las pruebas existentes para evaluar el desarrollo intelectual se presentan situaciones en las cuales el niño no siente necesidad de resolver la tarea, no tiene motivación.

Actualmente, con el desarrollo de la computación, ha sido posible realizar evaluaciones más precisas. Es posible generar estímulos aleatorios con gran velocidad, registrar las respuestas instantáneamente, emprender mecanismos de retroalimentación cuando la situación lo requiera, etc., además del procesamiento estadístico de los resultados. Este avance tecnológico ha facilitado el desarrollo de pruebas de

aprendizaje y atención, entre otras, por medio de juegos por computadora o mejor conocidos como "Video Juegos".

Los llamados video juegos permiten, mejor que otras pruebas, evaluar la zona de desarrollo potencial (Brown, 1979; Gutke, 1986).

Estas pruebas se diseñan especialmente para su utilización como pruebas de aprendizaje, al mismo tiempo que permiten evaluar los efectos que producen diferentes niveles cognoscitivos adecuadamente tipificados. Se obtienen valores óptimos de motivación en la medida en que el juego enmascara a la situación de evaluación y ésta adquiere sentido para el niño. Un nivel de ayuda simple como la retroalimentación a la respuesta correcta o incorrecta puede formar parte de la naturaleza propia del juego.

La tendencia del error en la prueba es un indicador del aprendizaje, del efecto del entrenamiento y de la asimilación de la retroalimentación.

2. OBJETIVOS

En nuestro país, uno de los trastornos más frecuentes en los niños en edad escolar es el déficit de la atención, que generalmente no se identifica hasta que el niño presenta dificultades severas. Proponemos su estudio en una población de niños "normales" por medio de pruebas psicofisiológicas (video juegos) y Potenciales Evocados Visuales (PEVs) con la finalidad de contribuir en la detección temprana de éstas alteraciones que permitan brindarles ayuda oportuna.

Debido al gran número de implicaciones que incluye un problema de esta magnitud, en este trabajo intentamos estudiar solamente parte del problema.

Los objetivos específicos de este trabajo son los siguientes:

1. Realizar comparaciones de pruebas psicofisiológicas con estudios de Potenciales Evocados Visuales en niños de 8 a 10 años de edad.
2. Conocer el comportamiento de los PEVs en niños en condiciones normales bajo dos situaciones:
 - a) En donde el niño permanece en reposo, y
 - b) Cuando el niño desarrolla una tarea de atención no selectiva.

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para la realización de este estudio se seleccionaron dos escuelas primarias cercanas a la ENEP-Iztacala. Una de ellas corresponde al turno matutino, la escuela "Francisco J. Mújica" y la otra la escuela primaria vespertina "Dr. José Ma. Luis Mora".

Elegimos dos grupos de tercer grado del turno matutino, los grupos: 'A' que corresponden a los niños de mayor aprovechamiento (según el criterio adoptado en la escuela) y el grupo 'B' de menor rendimiento académico. Del turno vespertino, solamente consideramos al grupo 3° 'A'.

3.1. VIDEO JUEGOS

Dentro de la misma escuela primaria aplicamos la prueba de video juegos por medio de una microcomputadora portátil (TeleVideo Modelo TPC II S/D). Esta prueba contiene tres módulos: el primero consiste en un juego de atención visual, otro de atención auditiva y finalmente una prueba de aprendizaje.

En el video juego de atención visual denominado "juego del número cinco" aparecían varios números en algún sitio de la pantalla y el niño debía presionar una tecla cada vez que

apareciera el número cinco. Se le pedía que lo ejecutara lo más rápido que le fuera posible. En una primera etapa de este juego, aparecían los números del cero al 9 aleatoriamente en el centro de la pantalla. Todos los dígitos se repitieron varias veces y el número cinco se presentó por 10 ocasiones. Los dígitos aparecían durante un segundo, dentro del cual se registraba la respuesta y el intervalo interdígitos también fue de un segundo. En la evaluación de la prueba, la computadora registró el número de aciertos (cuando presionaba la tecla en el momento que aparecía el número cinco), los descuidos (aparecía el cinco y no accionaba alguna tecla) y las falsas alarmas (presionaba una tecla en presencia de un número distinto al número cinco). En una segunda etapa, aparecían los números aleatorios en dos posiciones de la pantalla simultáneamente y en alguno de ellos podía presentarse el número cinco. Aquí también fueron 10 presentaciones del número cinco. De igual forma tomamos el criterio de evaluación con aciertos, falsas alarmas y descuidos. En la tercera, cuarta y quinta etapas ocurría lo mismo, pero con tres, cuatro y cinco posiciones distintas en la pantalla respectivamente, lo cual aumentaba el grado de dificultad conforme progresaba la prueba. En cualquiera de las etapas debía contabilizarse un mínimo de tres aciertos para poder continuar con el juego, de lo contrario se suspendía automáticamente.

En la prueba de atención auditiva, llamada "el juego de la oreja" el niño debía presionar una tecla en el momento que escuchara el sonido que generaba la computadora y mantenerla apretada hasta que dejaba de oír el sonido. Presentamos 20 estímulos auditivos y le pedimos al niño rapidez en la ejecución de la prueba. Mientras la prueba se desarrollaba, en la pantalla aparecía una figura luminosa (a manera de distractor) que recorría la pantalla de izquierda a derecha y en el sentido contrario. En este juego consideramos la latencia de inicio como el tiempo que tardaba el niño en presionar la tecla al oír el sonido y la latencia de terminación como el intervalo que consumía en soltar la tecla al finalizar el estímulo auditivo.

En la prueba de aprendizaje, conocida como "la prueba de los tanques", el niño manejaba un tanque de guerra (bueno) mediante las teclas '1', '4' y '7' de la computadora, debía ponerse a salvo de las balas que le disparaban los tanques enemigos. En cada ensayo disparaban dos cualesquiera de los enemigos; la forma de escapar era colocándose enfrente del enemigo que no disparaba; arriba, enmedio o abajo. La velocidad de las balas enemigas era variable y estaba determinada por la ejecución del niño. Si escapaba en un ensayo, las siguientes balas vendrían un poco más rápido. Si no escapaba, vendrían un poco más despacio. El contacto del proyectil con el tanque "bueno" se consideraba como error.

La forma en que se comporta el número de errores cometidos a lo largo de los 150 ensayos permite evaluar el aprendizaje del niño en las condiciones concretas de esta prueba (Morenza, 1987).

Para evaluar los resultados del juego se graficó el nivel de error contra el número de eventos de la prueba y se realizó un promedio de los últimos 50 ensayos.

3.1.1. Evaluación de Pruebas

Si consideramos el grado de dificultad en la ejecución de la prueba de atención visual (juego del número cinco), los aciertos obtenidos cuando aparecen números en una sola posición no deben ser equivalentes al mismo número de aciertos alcanzados cuando se presentan números en cinco posiciones distintas. Un acierto en el segundo caso tiene mayor puntuación (por tener mayor grado de dificultad) que otro en el primero.

Para obtener un valor de esta prueba multiplicamos arbitrariamente el número de aciertos por el número de posiciones en la pantalla de presentación de los números del cero al 9 y sumamos el total, esto es:

si a = número de aciertos

$$a \times 1 = X$$

$$a \times 2 = Y$$

$$a \times 3 = Z$$

$$a \times 4 = W$$

$$a \times 5 = P$$

$$\text{total} = X + Y + Z + W + P$$

donde:

X, Y, Z, W, P son cualquier número y

1, 2, 3, 4, 5 son el número de dígitos en la pantalla

El número máximo de 'a' es 10, porque aparece en 10 ocasiones el número cinco, por lo que el total de la prueba tiene como valor extremo 150 puntos.

De igual forma multiplicamos los descuidos y los restamos a la puntuación de aciertos para tener un valor total.

Para la prueba de atención auditiva promediamos las latencias al inicio y a la terminación del sonido de manera independiente.

Para la prueba de los tanques el periodo de máximo rendimiento corresponde del ensayo 77 al final de la prueba, por lo que solamente consideramos el promedio de los últimos 50 ensayos.

La computadora nos proporcionó el valor correspondiente al retardo máximo (mayor nivel de error) y mínimo (menor nivel de error) y en qué momento se presentaron cada uno de ellos.

La valoración de esta prueba emplea unidades arbitrarias con valor límite máximo de 10 000, que ocurre cuando en todos los ensayos hay error.

Para ilustrar un poco esta parte, presentamos un ejemplo de la información obtenida de un niño, así como el tratamiento de sus resultados.

"DIA18_05.DAT"

PRUEBA DE ATENCION VISUAL

RESULTADOS DE Fernando

NUMERO DE E'S PRESENTADOS

	'1'	'2'	'3'	'4'	'5'
ACIERTOS	8	8	7	5	4
DESCUIDOS	2	2	3	5	6
F. ALARMAS	1	0	0	1	0

PRUEBA DE ATENCION AUDITIVA, RESULTADOS DE Fernando

NUMERO DE ENSAYOS: 20

Latencias al inicio del sonido

30,	30,	40,	20,	40,	50,	40,	40,	80,	40,
50,	40,	40,	30,	50,	40,	50,	60,	40,	40,

Latencias a la terminación del sonido

40, 60, 50, 70, 50, 40, 40, 50, 60, 50,
50, 50, 40, 40, 40, 40, 40, 50, 50, 40,

PRUEBA DE TANQUE, RESULTADOS DE: " Fernando "

RETARDO MAXIMO: 4101 , EN EL ENSAYO: 119

RETARDO MINIMO: 2601 , EN EL ENSAYO: 74

PROMEDIO DE LOS ULTIMOS 50 ENSAYOS: *3342

El tratamiento fue el siguiente:

Para la prueba visual Fernando obtuvo 85 puntos favorables obtenidos multiplicando y sumando:

$$8 \times 1 + 8 \times 2 + 7 \times 3 + 5 \times 4 + 4 \times 5 = 85$$

y 65 en contra,

$$2 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 3 + 5 \times 4 + 4 \times 5 = 65$$

quedando como diferencia un total de 20 puntos.

De esta forma, los puntajes más altos correspondieron a los niños con mayor atención visual.

En el video juego de atención auditiva tuvimos dos promedios: 42.5 que corresponde a las 20 latencias al inicio del

sonido y 47.5 que representa las 20 latencias a la terminación del mismo.

Un promedio alto indica que el niño tardó más tiempo en responder a la prueba.

Si a un valor arbitrario como 100 le restamos los promedios, entonces tenemos 57.5 al inicio y 52.5 a la terminación del sonido. Esta transformación indica que ahora los valores más grandes pertenecen a niños con mejor desempeño (latencias menores) y los más pequeños (latencias grandes) a menor aprovechamiento en la prueba.

Para evaluar la prueba de los tanques consideramos el promedio de los últimos 50 ensayos. Para Fernando este valor indica 3342 interpretado como una razón de retardo en la movilización del tanque. En el ensayo 119 se observó el mayor nivel de error (4101) de toda la prueba y el menor nivel (2601) en el ensayo 74.

Los promedios más altos representan ejecuciones menos satisfactorias, por lo cual restamos éste valor a 10 000. En el caso de Fernando el número final es 6658. Este procedimiento nos permitió tener valores altos para niños con mayor desempeño en el video juego de los tanques.

El tratamiento de los datos lo realizamos para que en cualquier prueba la puntuación más alta correspondiera a ejecuciones más aceptables y la más baja a menor rendimiento.

DISTRIBUCION DE LOS NIÑOS POR EDADES

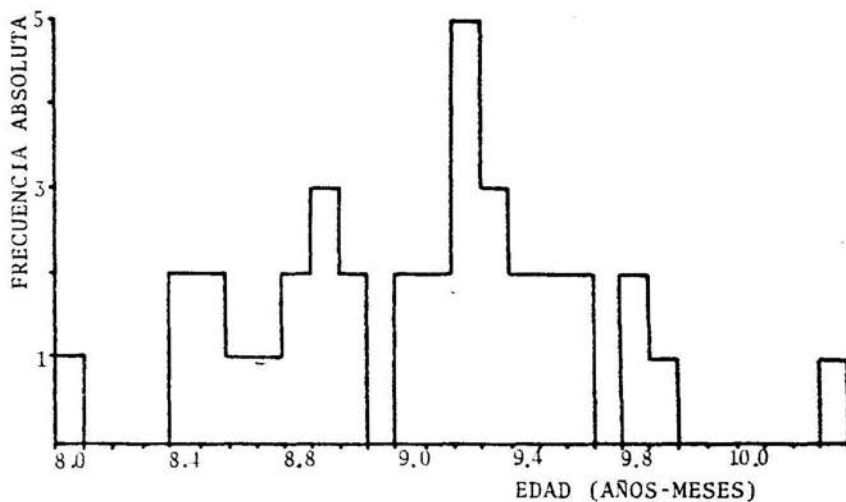


FIGURA 3. Histograma representativo del rango de edades en años-meses de todos los niños y niñas participantes en este trabajo.

Todos los resultados de los videojuegos se guardaron en minidiscos flexibles para su análisis posterior.

En total los tres grupos de las dos escuelas primarias sumaron 120 entre niños y niñas. A todos ellos se les aplicaron las tres pruebas antes descritas.

En base a la transformación de los resultados, de los 120, seleccionamos a los 30 niños de mayor rendimiento para considerarlos como grupo control y a 30 de rendimiento más bajo como grupo experimental.

Realizamos pruebas estadísticas de t al video juego de atención visual para comprobar si realmente los grupos control y experimental mostraban diferencias significativas.

Solamente consideramos la atención visual, pues ésta es la más importante para el estudio de los PEVs.

A los 60 niños seleccionados los citamos para presentarse al laboratorio de Neurometría, donde les aplicamos las pruebas electrofisiológicas (PEVs). Pero, por diversas causas, únicamente acudieron a la cita 48 niños. Ninguno de los niños presentaba problemas visuales aparentes.

Una de las características de los niños en este trabajo fue el rango de edad tan estrecho. El niño que tiene mayor edad alcanza los 10 años con cuatro meses y el más pequeño tiene 8

años cumplidos. Estos datos los podemos agrupar en un histograma como lo muestra la figura 3.

3.2. POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

Para la obtención de los PEVs utilizamos una computadora promediadora (Medicid Modelo 03) con 19 canales que genera estímulos luminosos por medio de un monitor (Modelo TMC-12H) de 25 cm de largo y 20 cm de ancho colocado a un metro de distancia del niño.

Los estímulos fueron destellos luminosos de luz blanca difusa de 40 mseg de duración y estimulación irregular entre 0.05 y 1.62 Hz. Se promediaron un total de 50 potenciales evocados.

Los electrodos de registro se colocaron de acuerdo al sistema internacional 10-20 en las regiones: P3, P4, T5, T6, Fz, Pz y Oz como puntos activos con electrodos de referencia en el lóbulo de la oreja y el electrodo de tierra en la frente. El registro fue de carácter monopolar entre el electrodo activo y el de referencia.

Se registró simultáneamente el electro-oculograma (EOG) por medio de un par de electrodos situados en el canto externo y en la región supraorbitaria del ojo derecho. Aquellos registros donde se observó una gran amplitud de EOG fueron desechados.

SISTEMA DE REGISTRO

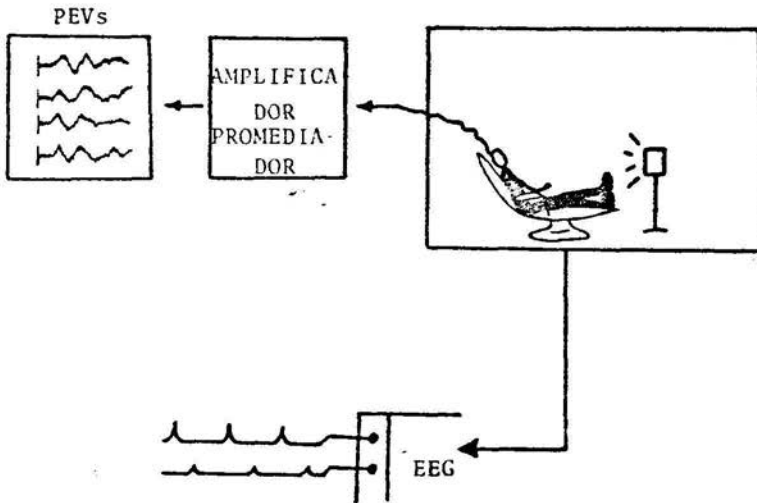


FIGURA 4. Sistema de registro de los PEVs con una computadora amplificadora promediadora. En la tarea de atención, obtuvimos simultáneamente el estímulo y la respuesta en un electroencefalógrafo (EEG).

Realizamos el estudio de los PEVs en los grupos control y experimental bajo dos condiciones: una prueba de atención no selectiva y otra de reposo. Estas pruebas se efectuaron en un cuarto diseñado para evitar ruido y señales externas ajenas al estudio.

Durante la modalidad de reposo, el niño se encontraba reclinado en un sillón de dentista y frente a él, el monitor de estimulación. El cuarto se mantenía con las luces apagadas. En estas condiciones el niño permanecía tranquilo con la mirada dirigida a la pantalla.

En la prueba de atención el niño conservaba la misma actitud que durante el reposo, pero ahora debía responder a cada estímulo luminoso presionando un botón con su mano derecha. Cuando se presentaba un destello luminoso, el niño presionaba un pequeño botón, el cual estaba conectado a un polígrafo (REEG Minihuit-TR, alvar) de ocho canales. En este polígrafo un canal registraba el estímulo y en el otro canal se representaba la respuesta del niño, para verificar si respondía o no a todos los estímulos luminosos (figura 4).

Cuando se obtuvieron los PEVs en las condiciones de atención y reposo para los grupos control y experimental, se imprimieron los resultados para analizar gráficamente la amplitud y latencia de los componentes u ondas evocados.

CINCO ELEMENTOS

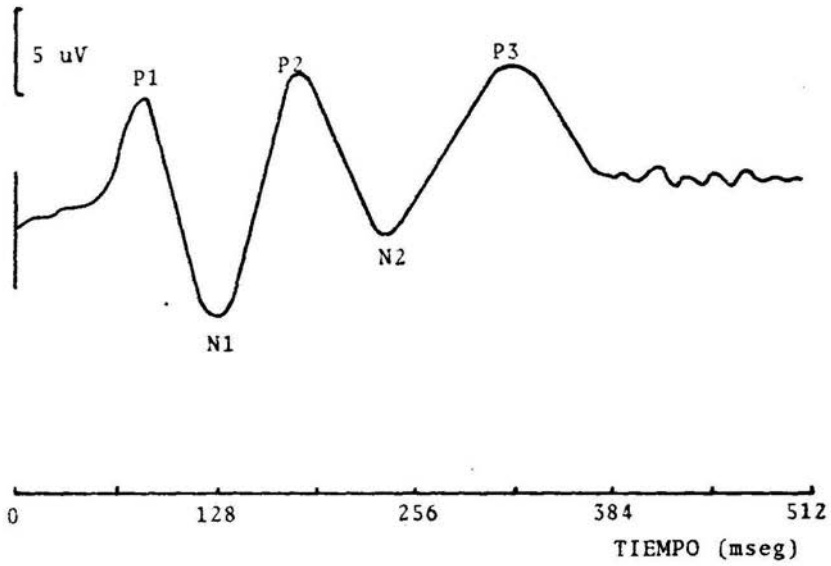


FIGURA 5. Representación esquemática de los cinco componentes de los PEVs considerados en este estudio (P1, N1, P2, N2, P3).

Como en este trabajo observamos una gran diversidad en el comportamiento de las ondas visuales, solamente consideramos las latencias y amplitudes de los cinco picos más evidentes. Los denominamos arbitrariamente: P1 (primera onda positiva entre las latencias 32 y 120 mseg); N1 (primera deflexión negativa en el rango de 72 a 160 mseg); P2 (segunda onda positiva entre 132 y 212 mseg); N2 (segunda onda negativa entre 168 y 256 mseg) y finalmente la onda P3 (tercera deflexión positiva entre 260 y 348 mseg), como lo muestra la figura 5.

Con el cursor de la computadora medimos la amplitud y latencia pico a pico de cada onda.

4. RESULTADOS

4.1. PRUEBAS PSICOFISIOLOGICAS

Las pruebas por computadora (video juegos) aplicadas a 120 niños nos dieron información para elegir a 30 de ellos que presentaron los resultados más altos en las tres evaluaciones. A estos niños los consideramos como grupo control o grupo de niños "atentos".

De igual forma seleccionamos a los 30 niños de menor rendimiento para conformar nuestro grupo experimental o grupo de menor atención.

Presentamos los resultados de los niños que se consideraron en las pruebas electrofisiológicas (tablas I, II, III y IV).

Obsérvese que en el juego del número cinco, el número de aciertos era mayor en el grupo control que en el experimental. Para el primero, solamente se registraron cero aciertos en tres casos (que corresponden a la etapa más difícil de la prueba); en el segundo, suman un total de 14 ceros, aunque en cuatro niños se presentaron más de uno. Nótese que existen mayor número de evaluaciones con 10 en controles que en experimentales. Podemos resumir diciendo que para la prueba de atención visual las evaluaciones más altas corresponde a los niños del grupo control.

T A B L A - I

=====

GRUPO DE NIÑAS.

CONTROLES

NOMBRE EDAD A/M	ATENCION VISUAL					ATENCION AUDITIVA		TANQUES
	"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	LAT.INI	LAT.FIN	
CLAUDIA 9/4	9	8	6	1	0	46.3	53.5	0.2874
MARTHA 9/1	9	9	6	6	8	50.0	58.9	0.2970
MIRIAM 8/9	10	4	3	3	2	36.4	67.3	0.4914
EDNA 9/5	8	9	6	6	4	33.0	49.0	0.3474
GUADALUPE 8/5	9	10	6	3	2	74.4	85.3	0.4458
ELIZABETH 9/5	10	9	5	7	4	33.0	46.0	0.2490

=====

Resultados de los video juegos para las niñas controles. La edad es en años y meses (A/M). La puntuación de las pruebas corresponde a los valores reales no transformados.

T A B L A - I I

=====								
GRUPO DE NIÑAS								
EXPERIMENTALES								
NOMBRE EDAD A/M	ATENCIÓN VISUAL					ATENCIÓN AUDITIVA		TANQUES
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	LAT.INI	LAT.FIN	
GORETI 8/0	9	3	0	0	0	68.0	70.8	1.2546
LUISA 9/2	7	5	2	0	0	66.8	123.2	0.5544
YESICA 8/6	10	4	3	2	0	43.0	63.4	0.6672
OLGA 8/8	8	7	4	3	1	53.3	51.4	0.8316
ESMERALDA 8/10	10	9	3	5	1	72.8	99.6	0.6456
XOCHIPILLI 9/2	9	5	6	4	4	50.9	58.8	0.6594
GABRIELA 9/4	3	6	6	6	1	60.4	73.8	0.4872
VANESSA 8/10	9	6	5	3	3	53.5	98.6	0.4500
ALTAGRACIA 9/8	9	7	6	5	4	46.7	63.0	0.6168
ALEJANDRA 8/10	6	8	4	0	0	103.4	79.8	0.4968
PADLA 9/9	7	5	2	0	0	72.5	83.6	0.5774

=====

Resultados de los video juegos para las niñas experimentales. La edad es en años y meses (A/M). La puntuación de las pruebas corresponde a los valores reales no transformados.

T A B L A - III

GRUPO DE NIÑOS								
CONTROLES								
NOMBRE EDAD A/M	ATENCIÓN VISUAL					ATENCIÓN AUDITIVA		TANQUES
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	LAT.INI	LAT.FIN	
DAVID 9/2	10	10	6	4	4	40.5	52.4	0.4080
ENRIQUE 9/2	8	5	9	6	3	29.0	39.0	0.4068
OMAR 8/7	10	9	7	5	1	26.3	41.5	0.2514
ALAN 8/6	10	10	8	6	3	42.0	52.4	0.2850
FERNANDO 9/2	8	8	7	5	4	42.5	47.5	0.3342
ALBERTO 8/5	10	7	8	5	7	56.3	68.9	0.4074
AARON 9/0	10	8	9	2	0	54.3	52.5	0.2478
JUAN 8/9	9	9	4	6	1	42.6	49.5	0.2676
EDGAR 8/11	10	8	7	5	6	33.5	53.5	0.4878
HERSON 9/3	9	10	7	2	0	30.0	39.5	0.1656
NESTOR 9/6	10	10	8	6	4	34.0	39.8	0.2118
MIGUEL 9/6	10	10	8	8	5	39.5	52.1	0.2406

Resultados de los video juegos para los niños controles. La edad es en años y meses (A/M). La puntuación de las pruebas corresponde a los valores reales no transformados.

T A B L A - I V

GRUPO DE NIÑOS								
EXPERIMENTALES								
NOMBRE EDAD A/M	ATENCIÓN VISUAL					ATENCIÓN AUDITIVA		TANQUES
	"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	LAT.INI	LAT.FIN	
DANIEL 9/3	7	7	6	2	0	52.9	63.9	0.4362
BENJAMIN 9/8	8	8	5	5	4	85.4	77.6	0.3930
JAVIER 9/1	8	7	7	5	5	74.3	78.1	0.4518
ADOLFO 9/3	9	9	7	2	0	53.9	53.9	0.4278
FABIAN 10/4	8	4	5	1	0	59.8	77.2	0.5430
JOSE 8/11	9	5	5	5	4	45.0	98.0	0.4818
ALFREDO 9/0	9	7	5	1	0	56.7	82.2	0.3054

Resultados de los video juegos para los niños experimentales. La edad es en años y meses (A/M). La puntuación de las pruebas corresponde a los valores reales no transformados.

Las latencias para la prueba auditiva son mayores en el grupo experimental, de tal forma que el valor más bajo (de latencia inicial = 43.0) en este grupo es ligeramente superado por los cinco valores más altos del grupo control. En las latencias finales, el comportamiento es similar, existen valores superiores a 90 y uno llega hasta 123.2 para el grupo experimental, mientras en el grupo control, el número mayor corresponde a 74.4.

La puntuación en la prueba de los tanques es mayor para niños controles puesto que sus resultados no transformados son más pequeños.

Los valores de las tablas representan puntuaciones reales de aciertos, latencia, promedio en tanques y la edad en años y meses. Debemos recordar que la transformación de los datos se realizó exclusivamente por fines prácticos para visualizar el comportamiento general de los resultados.

A los resultados de las pruebas de atención visual les aplicamos una prueba de t para determinar si realmente en esta prueba se mantenía la significancia para los grupos control y experimental y los agrupamos en la tabla V.

Podemos observar que en todas las modalidades del juego, cuando se presentaron los números en las posiciones primera, segunda, tercera y cuarta se observaron valores diferentes significativamente con un alfa menor a 0.04, e incluso hasta

T A B L A - V

VIDEO JUEGO DE ATENCION VISUAL				
CONTROLES vs EXPERIMENTALES				
POSICION 5	CONTROLES	EXPERIMENTALES	t	p
Primera	9.35 ± 0.8	8.16 ± 1.7	2.69	0.011 **
Segunda	8.41 ± 1.7	6.42 ± 1.9	3.27	0.002 **
Tercera	6.59 ± 1.6	4.68 ± 2.0	3.11	0.004 **
Cuarta	4.59 ± 1.8	3.00 ± 2.4	2.25	0.031 *
Quinta	3.12 ± 2.4	1.68 ± 2.0	1.96	0.059

Prueba t de Studen apareada para las posiciones de presentación del número cinco. Promedio de 17 controles y 19 experimentales.

** Significancia menor o igual a 0.01

* Significancia menor o igual a 0.05

0.002 para la tercera posición. Pero cuando se presentaron cinco dígitos en la pantalla, las diferencias no fueron significativas, pues el valor de 0.059 es ligeramente mayor al límite mínimo establecido (0.05).

Podemos decir de manera general que los niños aceptaron muy bien los video juegos y mostraron niveles de motivación durante los mismos. Además nos sirvieron como instrumento de selección para los grupos control y experimental.

4.2. POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

Los Potenciales Evocados nos reportaron gráficas como la que se muestra en la figura 6. En ellos consideramos las ondas positivas (P1, P2, P3) y dos ondas negativas (N1 y N2), que al parecer fueron las más representativas del potencial en gran parte de los niños.

En todas las ondas encontramos una enorme variabilidad en el comportamiento de los PEVs, esta variación oscilaba hasta en 88 mseg para cada onda. En algunos casos, esta variabilidad ocasionó que no estuvieran muy bien definidas, por lo que decidimos no considerarlas en este trabajo. Por ese motivo, el número total de niños se redujeron a 18 niños controles y 8 experimentales.

Las amplitudes y latencias de los PEVs los utilizamos para realizar análisis estadísticos por pruebas de t y obtener

POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

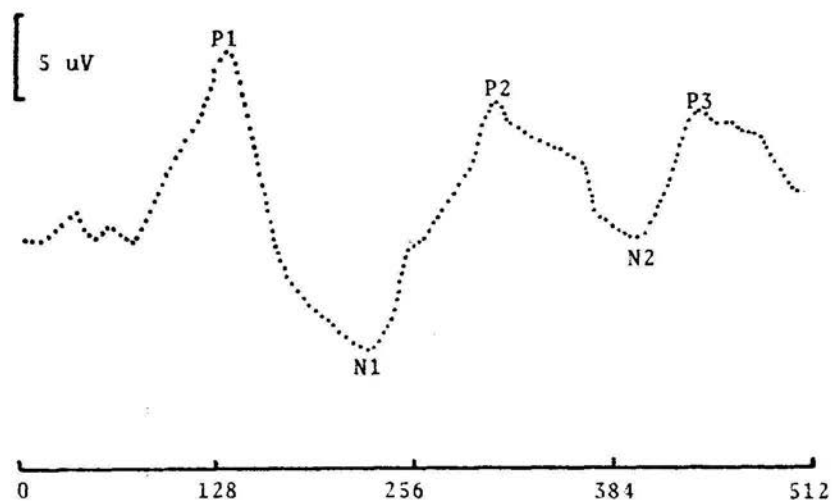


FIGURA 6. Registro de una niña experimental durante la tarea de atención. El estímulo fue irregular entre 0.5 y 1.6 Hz. Presentación de luz difusa blanca con duración de 40 - mseg. Promedio de 50 estímulos. Registrado en la región -- temporal derecha.

diferencias entre grupos (intergrupos) y en el mismo grupo (intragrupales).

Para las condiciones de atención y reposo intragrupales manejamos los valores de amplitud y latencia de cada derivación con pruebas de t pareada. Todas las amplitudes y latencias de cada onda y derivación en reposo las comparamos con la misma onda y derivación en la modalidad de atención para ver si existían diferencias significativas.

De este análisis se obtuvieron las tablas VI a XIII.

Las tablas contienen el tipo de medición (amplitud (A) y latencia (L)), polaridad (positiva (P) - negativa (N)), el número de muestras analizadas (N), la media y su desviación estandar para las condiciones de atención y reposo. Los valores de p señalados con asteriscos indican que existen diferencias significativas. Como podemos notar, existe una variabilidad importante en los PEVs con pocas diferencias significativas entre ellos.

Al agrupar todas las diferencias significativas encontradas por grupo, construimos la tabla XIV.

En esta tabla encontramos diferencias significativas en el grupo control en las regiones P3, P4, T5, T6 Y Oz, mientras en el grupo experimental las diferencias fueron en las regiones P3, P4, T5, T6, Pz y Oz. Se puede observar un mayor número de diferencias significativas en el grupo experimental que en el

T A B L A - V I

PARIETAL IZQUIERDO (P3)									
GRUPO EXPERIMENTAL									
PARAM.	N	REPOSO			ATENCION			t	p
AP1	12	3.72	±	2.6	3.30	±	2.4	0.62	0.55
LP1		75.67	±	32.8	64.67	±	23.9	1.17	0.27
AN1	9	6.88	±	2.9	4.64	±	2.3	2.25	0.05 *
LN1		139.56	±	26.9	104.00	±	34.4	3.17	0.01 **
AP2	12	5.49	±	3.3	7.52	±	4.4	-1.52	0.16
LP2		176.00	±	35.7	163.33	±	28.7	1.10	0.29
AN2	15	7.57	±	4.8	6.63	±	4.6	1.01	0.33
LN2		216.80	±	34.4	200.27	±	29.0	1.68	0.12
AP3	15	12.73	±	6.0	13.71	±	6.2	-0.54	0.60
LP3		307.20	±	36.8	296.27	±	31.3	2.13	0.05 *

GRUPO CONTROL

PARAM.	N	REPOSO			ATENCION			t	p
AP1	13	1.67	±	1.7	3.67	±	2.4	-1.26	0.30
LP1		56.92	±	26.2	70.77	±	33.4	-1.26	0.23
LP1	10	4.39	±	2.2	5.53	±	4.2	-0.71	0.50
LN1		110.40	±	28.0	129.60	±	30.8	-1.60	0.14
AP2	9	6.54	±	3.8	8.11	±	4.5	-0.81	0.44
LP2		144.55	±	19.4	174.67	±	44.6	-1.61	0.15
AN2	11	8.83	±	5.2	5.36	±	4.9	1.61	0.14
LN2		190.91	±	13.2	204.18	±	35.4	-1.28	0.23
AP3	12	14.19	±	4.3	11.13	±	4.4	2.27	0.04 *
LP3		293.00	±	32.8	289.67	±	33.5	0.32	0.76

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.
 Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

T A B L A - V I I

PARIETAL DERECHO (P4)								
GRUPO EXPERIMENTAL								
PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN		t	p	
AP1	12	2.42	± 2.1	2.42	± 2.4	0.00	1.00	
LP1		69.33	± 31.4	69.33	± 29.2	0.00	1.00	
AN1	11	6.12	± 2.6	5.78	± 2.4	0.52	0.61	
LN1		127.27	± 28.5	111.64	± 20.4	1.86	0.09	
AP2	15	6.09	± 3.6	7.94	± 2.9	-1.97	0.07	
LP2		170.13	± 36.2	164.80	± 33.6	0.57	0.58	
AN2	14	7.08	± 3.7	8.84	± 6.7	-1.14	0.28	
LN2		215.43	± 35.5	200.29	± 26.6	1.69	0.12	
AP3	15	13.91	± 4.9	17.65	± 8.4	-2.18	0.05 *	
LP3		312.27	± 28.2	297.07	± 27.9	2.33	0.04 *	
GRUPO CONTROL								
PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN		t	p	
AP1	10	2.41	± 4.1	2.93	± 2.3	-0.55	0.59	
LP1		42.40	± 28.3	51.20	± 25.6	0.09	0.93	
AN1	7	5.74	± 3.0	4.34	± 1.9	0.83	0.44	
LN1		108.00	± 38.1	85.71	± 24.1	2.01	0.09	
AP2	14	7.69	± 3.9	10.09	± 4.5	-2.19	0.05 *	
LP2		134.21	± 41.9	147.43	± 25.1	-1.16	0.27	
AN2	15	10.45	± 5.0	9.71	± 5.8	0.47	0.65	
LN2		197.60	± 24.8	193.60	± 24.6	1.06	0.31	
AP3	17	18.15	± 5.4	15.88	± 6.1	1.89	0.08	
LP3		292.47	± 41.1	291.53	± 30.3	0.15	0.89	

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.

Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

T A B L A - V I I I

TEMPORAL IZQUIERDO (T5)									
GRUPO EXPERIMENTAL									
PARAM. N	REPOSO			ATENCIÓN			t	p	
AP1	8	1.84	± 2.1	3.04	± 1.7	-1.35	0.22		
LP1		45.50	± 22.9	54.00	± 21.2	-1.07	0.32		
AN1	8	3.06	± 1.9	4.48	± 3.5	-1.08	0.32		
LN1		87.50	± 21.0	94.50	± 22.0	-0.72	0.50		
AP2	10	5.06	± 5.3	6.84	± 6.9	-2.17	0.05 *		
LP2		137.60	± 15.2	134.80	± 12.5	0.44	0.67		
AN2	16	8.51	± 3.6	9.04	± 4.3	-0.66	0.52		
LN2		184.38	± 19.8	188.00	± 16.6	-1.13	0.28		
AP3	15	8.67	± 3.4	12.89	± 5.2	-4.85	0.00 **		

GRUPO CONTROL									
PARAM. N.	REPOSO			ATENCIÓN			t	p	
AP1	16	2.45	± 3.0	3.89	± 3.1	-0.82	0.44		
LP1		48.00	± 19.8	68.50	± 19.4	-0.86	0.01 **		
AN1	13	3.52	± 1.1	4.92	± 2.1	-1.09	0.34		
LN1		94.40	± 20.5	107.20	± 16.6	-0.99	0.38		
AP2	10	3.93	± 1.9	5.39	± 2.5	-1.70	0.12		
LP2		147.20	± 26.5	145.20	± 22.4	0.38	0.72		
AN2	12	10.41	± 4.9	10.88	± 6.1	-0.35	0.73		
LN2		201.00	± 18.5	189.67	± 14.6	2.53	0.03 *		
AP3	14	15.50	± 5.2	14.45	± 4.8	0.85	0.41		
LP3		312.86	± 37.6	294.57	± 25.9	1.92	0.08		

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.
 Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

T A B L A - I X

TEMPORAL DERECHO (T6)								
GRUPO EXPERIMENTAL								
PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN			t	p
AP1	9	2.26	± 1.4	1.81	± 1.7	0.56	0.59	
LP1		49.33	± 31.3	67.56	± 38.4	-1.36	0.21	
AN1	9	4.01	± 1.6	4.42	± 1.8	-0.71	0.50	
LN1		90.67	± 23.8	97.33	± 20.5	-2.09	0.07	
AP2	14	6.97	± 5.5	6.94	± 5.0	0.07	0.95	
LP2		127.72	± 16.7	136.00	± 12.5	-1.82	0.09	
AN2	17	12.45	± 5.5	13.60	± 6.8	-1.46	0.16	
LN2		189.18	± 14.0	180.47	± 21.7	1.71	0.11	
AP3	17	14.35	± 7.4	14.86	± 7.4	-0.45	0.66	
LP3		310.35	± 35.0	283.53	± 39.9	2.82	0.01 **	

GRUPO CONTROL

PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN			t	p
AP1	7	3.66	± 2.9	3.23	± 1.7	0.40	0.70	
LP1		46.86	± 25.8	50.29	± 30.4	-0.19	0.85	
AN1	5	4.56	± 2.5	4.44	± 4.0	0.11	0.92	
LN1		101.60	± 4.6	71.20	± 14.8	5.30	0.01 **	
AP2	9	7.69	± 5.5	10.27	± 3.3	-2.52	0.04 *	
LP2		132.44	± 14.3	138.22	± 11.0	-1.53	0.17	
AN2	12	14.39	± 4.5	11.27	± 5.9	1.88	0.09	
LN2		193.33	± 18.2	192.33	± 26.3	0.15	0.88	
AP3	14	18.07	± 6.4	13.30	± 7.1	2.33	0.04	
LP3		307.71	± 36.4	297.43	± 32.9	1.33	0.21	

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.
 Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

T A B L A - X

FRONTAL CENTRAL (Fz)								
GRUPO EXPERIMENTAL								
PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN		t	p	
AP1	17	2.68	± 2.0	2.14	± 1.6	0.93	0.36	
LP1		68.24	± 23.8	69.88	± 24.3	-0.23	0.82	
AN1	17	7.22	± 3.5	7.29	± 2.0	-0.08	0.94	
LN1		131.53	± 13.6	128.24	± 19.1	1.25	0.23	
AP2	16	13.13	± 4.2	13.09	± 4.8	0.04	0.97	
LP2		208.50	± 26.1	203.50	± 27.4	1.14	0.27	
AN2	9	6.29	± 3.7	8.01	± 4.6	-1.67	0.13	
LN2		240.00	± 50.6	247.11	± 41.8	-0.46	0.66	
AP3	5	9.52	± 7.3	9.38	± 5.1	0.07	0.95	
LP3		231.60	± 31.1	280.00	± 35.6	0.28	0.79	
GRUPO CONTROL								
PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN		t	p	
AP1	15	1.89	± 1.7	1.89	± 1.7	0.00	1.00	
LP1		74.13	± 24.2	68.80	± 24.3	0.79	0.44	
AN1	15	6.19	± 1.6	6.90	± 2.7	-1.18	0.26	
LN1		124.80	± 7.6	120.00	± 15.9	1.21	0.25	
AP2	14	13.02	± 5.1	12.26	± 3.8	0.55	0.59	
LP2		206.29	± 33.2	200.29	± 36.1	0.83	0.42	
AN2	9	6.42	± 3.6	8.10	± 2.5	-1.70	0.13	
LN2		253.33	± 38.8	248.00	± 48.0	0.80	0.45	
AP3	6	6.57	± 5.7	7.87	± 5.7	-0.67	0.53	
LP3		280.67	± 22.5	290.67	± 3.7	-1.05	0.34	

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.
 Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

T A B L A - X I

=====									
VERTEX (Cz)									

GRUPO EXPERIMENTAL									

PARAM.	N	REPOSO			ATENCIÓN			t	p

AP1	17	1.94	±	1.4	2.08	±	1.5	-0.19	0.85
LP1		63.41	±	25.3	70.82	±	27.8	-0.90	0.38
AN1	17	7.44	±	3.1	7.53	±	3.0	-0.11	0.91
LN1		126.82	±	13.8	124.94	±	6.7	0.54	0.60
AP2	16	14.29	±	6.4	15.49	±	4.3	-0.98	0.36
LP2		199.75	±	24.2	203.00	±	19.7	-0.44	0.67
AN2	11	7.94	±	6.8	8.93	±	3.4	-0.61	0.55
LN2		248.00	±	42.4	259.27	±	21.2	-0.85	0.41
AP3	5	5.68	±	3.4	6.88	±	7.4	-0.46	0.67
LP3		290.40	±	15.4	303.20	±	9.6	-2.10	0.10
=====									
GRUPO CONTROL									

PARAM.	N	REPOSO			ATENCIÓN			t	p

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.
 Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

T A B L A - X I I

PARIETAL CENTRAL (Pz)								
GRUPO EXPERIMENTAL								
PARA.	N	REPOSO		ATENCIÓN			t	p
AP1	13	3.00	± 2.7	3.26	± 3.6	-0.20	0.85	
LP1		74.46	± 35.9	72.62	± 22.3	0.19	0.86	
AN1	12	5.29	± 3.2	5.13	± 2.8	0.20	0.85	
LN1		127.50	± 20.8	112.00	± 20.3	2.70	0.02 *	
AP2	10	10.19	± 4.9	12.10	± 4.7	-1.74	0.12	
LP2		193.10	± 22.2	192.80	± 16.3	0.07	0.94	
AN2	8	7.48	± 4.4	5.66	± 3.3	1.40	0.20	
LN2		245.00	± 19.5	227.00	± 32.5	3.33	0.01 **	
AP3	7	11.31	± 5.8	13.20	± 3.7	-1.51	0.18	
LP3		312.00	± 16.3	308.57	± 15.4	0.63	0.56	
GRUPO CONTROL								
PARA.	N	REPOSO		ATENCIÓN			t	p
AP1	10	3.18	± 2.8	2.86	± 3.6	0.29	0.78	
LP1		68.40	± 35.5	67.60	± 36.4	0.05	0.96	
AN1	7	4.33	± 2.0	3.41	± 1.1	0.83	0.44	
LN1		127.43	± 27.9	117.71	± 22.3	1.44	0.20	
AP2	11	9.56	± 4.6	12.30	± 6.7	-1.82	0.10	
LP2		179.27	± 20.1	179.64	± 22.5	-0.11	0.91	
AN2	14	7.74	± 5.6	8.97	± 6.3	-0.73	0.48	
LN2		222.00	± 30.1	229.71	± 25.3	-1.37	0.20	
AP3	10	13.01	± 3.7	10.39	± 4.6	1.70	0.12	
LP3		296.80	± 28.4	299.20	± 13.6	-0.28	0.79	

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.

Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

T A B L A - XIII

OCCIPITAL CENTRAL (Oz)									
GRUPO EXPERIMENTAL									
PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN		t	p		
AP1	9	2.56	± 1.9	2.64	± 2.2	-0.19	0.86		
LP1		44.89	± 16.2	52.89	± 15.5	-1.18	0.27		
AN1	9	5.01	± 3.7	3.87	± 3.1	2.33	0.05 *		
LN1		76.44	± 11.9	89.33	± 6.0	-1.01	0.34		
AP2	17	17.71	± 7.3	16.91	± 9.1	0.65	0.53		
LP2		127.76	± 13.1	128.24	± 9.1	-0.29	0.78		
AN2	18	14.77	± 6.7	15.59	± 7.1	-1.08	0.29		
LN2		183.11	± 21.4	181.11	± 18.3	0.37	0.72		
AP3	17	7.50	± 4.8	11.01	± 6.0	-2.62	0.02 *		
LP3		224.24	± 23.3	238.59	± 45.5	-1.45	0.17		
GRUPO CONTROL									
PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN		t	p		
AP1	7	3.89	± 3.1	3.01	± 2.7	0.85	0.43		
LP1		40.57	± 10.4	36.57	± 19.2	0.59	0.58		
AN1	7	6.29	± 3.0	3.97	± 2.2	2.80	0.03 *		
LN1		80.00	± 11.78	80.00	± 9.2	0.00	1.00		
AP2	11	16.97	± 6.3	17.36	± 6.1	-0.21	0.84		
LP2		126.00	± 10.3	130.55	± 9.5	-1.40	0.19		
AN2	14	16.86	± 10.8	18.57	± 10.6	-0.99	0.34		
LN2		188.00	± 25.1	185.14	± 25.0	0.87	0.40		
AP3	12	11.28	± 5.6	13.16	± 6.2	-1.31	0.22		
LP3		236.67	± 30.1	240.33	± 34.1	-1.57	0.14		

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.

Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

T A B L A - X I V

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS INTRAGRUPOS

EXPERIMENTALES

REG.	PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN		t	p
P3	AN1	9	6.88	± 2.9	4.64	± 2.3	2.25	0.055
	LN1	9	139.56	± 26.9	104.00	± 34.6	3.17	0.013
	LP3	15	307.20	± 36.8	296.27	± 31.3	2.13	0.052
P4	AP3	15	13.91	± 4.9	17.65	± 8.4	-2.18	0.047
	LP3	15	312.27	± 28.2	297.07	± 27.9	2.33	0.035
T5	AP2	10	5.06	± 5.3	6.84	± 6.9	-2.17	0.058
T6	LP3	17	310.35	± 35.0	283.53	± 39.9	2.82	0.012
Pz	LN1	12	127.50	± 20.8	112.00	± 20.3	2.70	0.021
	LN2	8	245.00	± 19.5	227.00	± 32.5	3.33	0.013
Oz	AN1	9	5.01	± 3.7	3.87	± 3.1	2.33	0.048
	AP3	17	7.50	± 4.8	11.01	± 6.0	-2.62	0.018

CONTROL

REG.	PARAM.	N	REPOSO		ATENCIÓN		t	p
P3	AP3	12	14.19	± 4.3	11.13	± 4.4	2.27	0.044
P4	AP2	14	7.69	± 3.9	10.09	± 4.5	-2.19	0.047
T5	LP1	8	48.00	± 19.8	68.50	± 19.4	-3.86	0.006
	LN2	12	201.00	± 18.5	189.67	± 14.6	2.53	0.028
T6	LN1	5	101.60	± 4.6	71.20	± 14.8	5.30	0.006
	AP2	9	7.69	± 5.5	10.27	± 3.3	-2.52	0.036
	AP3	14	18.07	± 6.4	13.30	± 7.1	2.33	0.036
Oz	AN1	7	6.29	± 3.0	3.97	± 2.2	2.80	0.031

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.

Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1,N1,P2,N2,P3) de los PEVs.

control. Esto nos habla de mayores cambios entre las condiciones de reposo y atención para el grupo experimental.

Por otra parte, realizamos pruebas estadísticas de t entre los grupos control y experimental de la misma forma que las comparaciones intragrupalas. Aquellos que fueron significativamente diferentes aparecen en la tabla XV.

En esta tabla encontramos diferencias en P3, P4, T5 y Oz y todas ellas, a excepción de la latencia de la onda P1 en Oz, corresponden a la modalidad de reposo. Esto nos dice que desde las condiciones de reposo se pueden notar diferencias entre los grupos control y experimental, pero para la condición de atención los grupos parecen más homogéneos.

5. DISCUSION

En la búsqueda de métodos objetivos para la detección temprana en niños con deficiencias en la atención, proponemos el estudio de los Potenciales Evocados Visuales como una herramienta sensible a cambios pequeños en los potenciales cerebrales, producto de variaciones en el comportamiento neuronal.

La atención podemos dividirla en subniveles que comprenden estados de vigilia, alertamiento, atención no selectiva y

T A B L A - X V

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS INTERGRUPOS

REGION	VARIABLE	CONTROL	EXPERIMENTAL	t	p
P3	REPOSO:LP1	56.90 ± 25.2	77.80 ± 31.1	-2.03	0.050
	REPOSO:AN1	4.42 ± 2.1	6.62 ± 2.8	-2.17	0.050
	REPOSO:LN1	107.60 ± 28.1	138.90 ± 24.3	-2.79	0.020
	REPOSO:LP2	142.40 ± 19.2	170.60 ± 36.0	-2.53	0.020
	REPOSO:LN2	193.00 ± 14.5	213.30 ± 35.2	-2.03	0.050
P4	REPOSO:LN1	96.00 ± 33.9	125.80 ± 26.3	-2.25	0.040
	REPOSO:AN2	10.90 ± 5.1	6.40 ± 3.6	2.97	0.006
	REPOSO:AP3	18.20 ± 5.4	13.10 ± 5.3	2.83	0.008
T5	REPOSO:LN2	200.00 ± 19.1	184.40 ± 19.8	2.09	0.046
	REPOSO:AP3	15.50 ± 5.2	8.70 ± 3.4	4.22	0.000
Oz	REPOSO:AP3	12.70 ± 5.7	7.50 ± 4.8	2.72	0.011
	ATENCION:LP2	35.60 ± 20.6	54.00 ± 14.3	-2.42	0.026

Prueba de t pareada. * alfa al 0.05. ** alfa al 0.01.

Los parámetros evaluados fueron la amplitud (A) y latencia (L) de las cinco ondas (P1, N1, P2, N2, P3) de los PEVs.

atención selectiva como estratos progresivos en ese orden, donde alguno de ellos no se dá sin la presencia de los anteriores, por ejemplo, en la atención no selectiva el individuo debe permanecer alerta y necesariamente en vigilia. Esta división la hacemos con el objeto de aclarar que solamente analizamos una fracción de la atención correspondiente a la atención no selectiva.

Podemos decir, que el objetivo general del presente trabajo fué detectar posibles alteraciones y con ello la detección temprana de los niveles de atención en una comunidad "normal", por medio de pruebas psicofisiológicas y potenciales evocados visuales.

En seguida analizaremos detalladamente estos dos aspectos.

5.1. PRUEBAS PSICOFISIOLOGICAS

El rendimiento escolar no puede considerarse como criterio único para determinar la potencialidad intelectual de un sujeto. En nuestras escuelas primarias, las exigencias intelectuales son muy bajas como para que muchos niños las cubran a pesar de tener déficit en algunos procesos cognoscitivos. Así entonces, al exigir al niño el máximo de su rendimiento en diversas funciones intelectuales, podría conocerse en qué proceso se encuentra el déficit.

Con las pruebas psicofisiológicas utilizadas se trata de medir niveles de atención visual y auditiva principalmente, que de alguna forma podrían estar afectados.

Para la prueba visual, utilizando el estadístico de t se demostró que la separación de los grupos control y experimental fue confiable y que realmente existieron diferencias significativas entre ellos.

Para los fines de este trabajo podemos afirmar que las pruebas psicofisiológicas empleadas en este estudio son un instrumento útil en la valoración de algunos aspectos de la atención visual en niños. Podemos detectar diferencias en los niveles de atención en una situación donde el niño se encuentra motivado y retroalimentado, con el enmascaramiento de la evaluación por las características del juego.

5.2. POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

5.2.1. Edad

Todos los niños y niñas participantes en este trabajo conformaron un grupo homogéneo por edades. El rango fue muy estrecho (8 años cuatro meses y 9 años nueve meses) y solamente dos niños se alejaron del valor medio. Esto disminuye considerablemente la posibilidad de que existan diferencias debidas a la edad.

En la literatura se reporta que para estas edades se encuentran componentes tempranos (menores de 250 mseg) similares a los de los adultos y los componentes tardíos presentan amplitudes y latencias mayores que alcanzan valores similares a los observados en adultos hasta la pubertad (Blom, 1980).

5.2.2. Diferencias intragrupos

Las comparaciones de atención con reposo para los grupos control y experimental (tablas VI - XIII) muestran: que hay gran variabilidad en la aparición de todas las ondas reflejada en la desviación estándar que en algunos casos fue alta. En muchos otros el comportamiento de las ondas fue tan irregular que no las consideramos para evitar alteraciones importantes en los resultados, esto explica por qué la N no se mantuvo constante. Las diferencias significativas se mantuvieron con un alfa menor o igual a 0.05 (tabla XIV).

Se han reportado estudios de variabilidad inter e intraindividuales como los de Allison et al., 1977; Bogacz, 1960; Ciganek, 1969; Heinze, 1984, según los autores, esta variación depende de los parámetros del estímulo (propios de los componentes exógenos). Pero también se sugiere que las variaciones no se deben solamente a los métodos de estimulación y registro (Ciganek, 1975), sino a la variabilidad

interindividual, y aún la que se observa en el mismo individuo en el tiempo (Aunon, 1977).

Los estímulos luminosos siempre tuvieron las mismas características en este trabajo, esto nos aseguraba que las diferencias obtenidas no se debieron a variables de estimulación. También los estímulos se presentaron en orden aleatorio para evitar que el niño los anticipara y las características de las respuestas fueran alteradas por habituación.

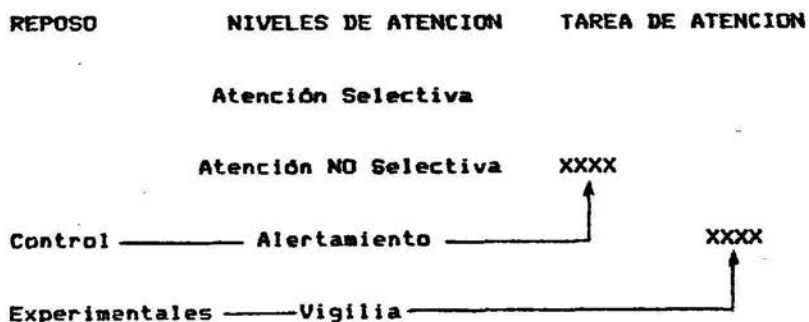
El número de diferencias significativas entre el reposo y la atención para el grupo control fueron menores que para el experimental, debido a que en el grupo control, estas condiciones no fueron muy distintas, es decir, que en la tarea de atención las exigencias no obligaron al niño a que desarrollara un esfuerzo especial, solo cambia ligeramente la condición de atención del reposo pero no llega a ser significativa.

5.2.3. Diferencias entre grupos control y experimental

Al analizar detalladamente la tabla XV, en particular la región correspondiente a P3, observamos que las latencias de P1, N1, P2 y N2 del grupo experimental tienen valores más grandes que los correspondientes para el grupo control. Esto significa que hay un desplazamiento de los componentes hacia latencias más

grandes que interpretamos como un retardo en la respuesta evocada. En otras palabras, que estos cuatro componentes llegan a la corteza parietal izquierda de los niños experimentales con un retraso durante la condición de reposo de aproximadamente 20 mseg. Esto está de acuerdo con lo obtenido por Cohen y Breslin (1984).

La explicación general de los resultados obtenidos al comparar ambos grupos, la podemos resumir de la siguiente forma: los niños controles, en condiciones de reposo se encontraban en el nivel de alertamiento, mientras los experimentales se mantuvieron por debajo de este nivel, es decir, en vigilia. Si hacemos un esquema, podemos visualizar mayores diferencias en los niños experimentales porque la "distancia" que los separa de la atención no selectiva es mayor que para el grupo control.



El grupo experimental no llega a los niveles de atención de los controles durante la tarea, más bien, existe la tendencia a igualar aquellos de reposo de los controles. Todo esto nos

demuestra que en las mismas condiciones de reposo, algunos niños se encontraban en el estado de vigilia mientras los controles se ubicaron en un estado superior (alertamiento). Por ejemplo, en el parietal derecho, la amplitud de la onda N2 durante la atención aumenta y se hace similar al valor de reposo control (que no se modifica significativamente durante la atención); la amplitud de la onda P3 para las regiones P4, T5 y Oz experimentales se aproxima al reposo de los controles. El grupo control, como ya lo anotamos no sufre cambios importantes al pasar del reposo a la atención no selectiva.

Podemos emplear el mismo criterio para explicar el mayor número de diferencias significativas intergrupales encontradas en reposo. En reposo, los controles estaban en alertamiento y los experimentales en vigilia, pero al cambiar a la tarea de atención, los primeros no modificaron significativamente su comportamiento, observaron valores muy parecidos al reposo, en tanto que los experimentales cambiaron hacia el subnivel de alertamiento.

Así entonces, bajo condiciones de reposo en igualdad de circunstancias, observamos diferencias significativas en P3, P4, T5 y Oz. Solamente una latencia (de P1) para Oz corresponde a la atención. También notamos que los niños experimentales tienen latencias más largas.

La dificultad para resolver esta tarea de atención no selectiva no es muy exigente para los niños, en particular para

los controles, quienes no modificaron significativamente los valores de los PEVs en ambas condiciones. Consideramos que un mayor grado de dificultad en la resolución de una tarea, como es el caso de la atención selectiva, mostrará diferencias muy claras. Aunque debemos recordar que estamos estudiando un grupo de niños "normales" sin problemas graves de atención, donde las posibles diferencias son muy pequeñas.

6. CONCLUSIONES

Las deficiencias en la atención son un problema de gran importancia en nuestro país y constituyen uno de los factores que más preocupan a los profesores y padres de familia por la relevancia que representan en el salón de clases y en la sociedad. La detección temprana en la comunidad es uno de los lineamientos fundamentales para su control. Los estudios de los déficits de atención, tomando como sustrato una población normal, abre el camino hacia el esclarecimiento de alteraciones aún no detectadas en la población infantil.

Este trabajo de tesis se realizó con 36 niños de los cuales, 18 correspondieron al grupo control y 18 al experimental. Ambos grupos fueron seleccionados por una prueba psicofisiológicas (video juegos).

Las diferencias entre el estado de reposo y el de atención dentro de cada grupo fueron pocas debido a la enorme variabilidad de los PEVs. El mayor número de diferencias se encontraron en el grupo experimental: P3 (AN1, LN1, LP3), P4 (AP3, LP3), T5 (AP2), T6 (LP3), Pz (LN1, LN2), Oz (AN1, AP3) y menos en controles: P3 (AP3), P4 (AP2), T5 (LP1, LN2), T6 (LN1, AP2, AP3), Oz (AN1). Las latencias en ambos grupos disminuyeron del reposo a la atención, excepto la latencia de P1 en T5 control.

También se encontraron pocas diferencias entre los grupos control y experimental. En condiciones de reposo obtuvimos mayores diferencias: P3 (P1, AN1, LN1, LP2, LN2), P4 (LN1, AN2, AP3), T5 (LN2, AP3), Oz (AP3), solamente una en atención Oz (LP2). Al parecer los niños experimentales modificaron más el comportamiento de los PEVs del reposo a la atención que los controles. En atención los PEVs de los niños controles no se modificaron significativamente respecto al reposo y los PEVs de los niños experimentales durante la atención cambiaron hacia valores parecidos a los de reposo de los controles. En el grupo experimental las latencias fueron más grandes en reposo. En P3 casi todas las latencias observaron este comportamiento. En condiciones de reposo las amplitudes fueron menores en el grupo experimental que en el control excepto N1 en P3.

7. BIBLIOGRAFIA

- Aunon, J.I., y McGuillen, C.D. High frequency components in the spectrum of the visual evoked potential. *Journal of Bioengineering*, 1977;1:157-164.
- Brown, A.L. y French, L.A. The zone of potential development. Implications for intelligence testing in the year 2000. En: Sternberg, R.I. y Datterman, D. (Eds.). *Human intelligence. Perspectives in theory and measurement*. 58, Normood, New Jersey, 1979.
- Blon, J.L., Barth, P.G. y Visser, S.L. The visual evoked potential in the first six years of life. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1980;48:395-405.
- Callaway, E. y Halliday, R.A. Evoked potential variability: Effects of age, amplitude and methods of measurement. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1973;34:125-133.
- Ciganek, L. The EEG response (evoked potential) to light stimulus in man. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1961;13:165-172.
- Ciganek, L. Visual evoked responses. En *Handbook of electroencephalography and clinical neurophysiology* (Vol. 8A) Amsterdam: Elsevier, 1975; 33-41.
- Cobb, W.A. y Dawson, G.D. The latency and form in man of the occipital potentials evoked by light flashes. *J. Physiol.*, 1960;152:108-121.
- Cohen, J. y Breslin, P.W. Visual evoked responses in dyslexic children. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1984;425:338-343.
- Corletto, F., Gentilomo, A., Rosadini, G., Rossig, F. y Zattoni, J. Visual evoked potentials as recorded from the scalp and from the visual cortex before and after surgical removal of the occipital pole in man. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1967;22:378-380.
- Dustman, R.E. y Beck, E.C. The effects of maturation and ageing on the waveform of visually evoked potentials. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1969;26:2-11.
- Eason, R.G., Oden, B.A. y White, C.T. Visually evoked cortical potentials and reaction time in relation to site of retinal stimulation. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1967;2:313-324.
- Flesher, L.S., Soodak, L.C. y Jelin, M.A. Selective attention deficits in learning disabled children: analysis of the data base. *Exceptional Children*, 1984;51:136-141.

Granit, R. Receptors and sensory perception. New Haven, Conn.: Yale University Press, 1955.

Gulke, J. y Wohlrab, U. Programas diagnósticos como variante de las pruebas de aprendizaje. En: Talizina, N.F. (Eds.), Psicodiagnóstico: Teoría y Práctica. 152, Progreso, Moscú, 1986 (original en ruso).

Haider, M., Spong, R. y Lindsley, D.B. Attention, vigilance and cortical evoked potentials in humans. *Science*, 1964;145:180-182.

Harmony, B.T. Functional neuroscience Vol. III. Neurometric assessment of brain dysfunction in neurological patients. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1984; pp. 49-78.

Hernández-Peón, R. y Hagbarth, K.E. Interaction between afferent and cortically induced reticular responses. *J. Neurophysiol.*, 1955;18:44-55.

Hernández-Peón, R., Scherrer, H. y Jouvet, M. Modification of electrical activity in cochlear nucleus during "attention" in unanesthetized cats. *Science*, 1956;123:331-332.

Hernández-Peón, R. Reticular mechanisms of sensory control. En W.A. Rosenblith (ed.), *Sensory communication*. New York: Wiley, 1961;pp. 497-520.

Hernández-Peón, R. Physiological mechanisms in attention. En R.W. Russell (ed.), *Frontiers in physiological psychology*. New York: Academic Press, 1957; pp. 121-147.

Hinojosa, R.G. Una batería computarizada para investigación de problemas de aprendizaje (I). En *Memorias de la Segunda Conferencia Internacional. Las Computadoras en Instituciones de Educación*. México, D.F., 1986.

Hinojosa, R.G. y Harmony, T. Evaluación del rendimiento máximo a niños con antecedentes de daño cerebral. Reporte preliminar (I). En *Memorias del VI Coloquio de Investigación de la ENEP-Iztacala, UNAM*, 1986.

Horn, G. Electrical activity of the cerebral cortex of the unanesthetized cat during attentive behavior. *Brain*, 1960;83:33-52.

Hubel, D.H., Henson, C., Rupert, A. y Galambos, R. Attention units in the auditory cortex. *Science*, 1959;129:1279-1280.

John, E.R. Brain evoked potentials: Acquisition and analysis. En: R.F. Thompson and M.M. Patterson (Eds.), *Bioelectric*

recordings techniques. Part A: Cellular processes and brain potentials. New York: Academic Press, 1973(a).

John, E.R. Memory mechanisms in instrumental recording. *Science*, 1973;181:685-686.

Jouvet, M. y Hernández-Peón, R. Mecanismos neurofisiológicos concernant l'habituación, l'attention et le conditionnement. En Fischgold, H. y Gastaut, H. (Dir.) *Conditionnement et reactivite en electroencephalographie*. *Electroencephalog. Clin. Neurophysiol.*, 1957, pp. 39-49, Supl. 6.

Lindsley, B. D., Attention, consciousness, sleep and wakefulness. En *Handbook of physiology. Capitulo LXIV. Neurophysiology Vol. III.* John Field, H. W. Magoun and V. E. Hall Eds. American Physiological Society. Wash. D.C. 1961.

Livingston, R.B. Central control of receptors and sensory transmission system. En J. Field. H.W.Magoun y V.E. Hall (eds.). *Handbook of physiological, neurophysiology, I.* Washington, D.C.: American Physiological Society, 1959; pp. 741-760.

Morenza, L., Torres, M.R., Biscay, R., García, L. y 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. En: *Estudios Avanzados en Neurociencias.* Ministerio de Educación Superior. La Habana, 1987;pp.1-18.

Oosterhuis, H.G., Ponsen, L., Jonkman, E.J. y Magnus, O. The average visual evoked response in patients with cerebrovascular disease. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1969;27:23-24.

Rayport, M., Vaughan, H.G. y Rosengart, C.L. Simultaneous recording of visual averaged evoked response to flash from scalp and calcarine cortex in man. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1964;17:610.

Regan, D. *Evoked potentials in psychology. Sensory physiology and clinical medicine.* New York: Wiley Interscience, 1972.

Remond, A. y Lesevre, N. Distribution topographique des potentiels evokes occipitaux chez l'homme normal. *Rev. Neurol.*, 1965;112:317-330.

Rietveld, W.L. Contributions of various retinal areas of the visual evoked potential in the human cortex. *Acta Physiol. Pharmacol. Neerl.*, 1965;13:160-170.

Spong, P., Haider, K. y Lindsley, D.B. Selective attentiveness and cortical evoked responses to visual and auditory stimuli. *Science*, 1965;148:395-397.

Starr, A. Sensory evoked potentials in clinical disorders of the nervous system. *Ann. Rev. Neurosci.*, 1978;1:103-127.

Thatcher, W. R. y John, R.E. *Functional Neuroscience, Vol. I. Foundations of cognitive processes.* Hillsdale, New Jersey: Lawrence Earbaum Associates, 1977; pp. 83-116.

Thompson, R. F. *Fundamentos de psicología fisiológica.* Ed. Trillas. Novena reimpresión. México, D.F., 1986. pp. 554-617.

Vaughan, H.G. The relationship of brain activity to scalp recordings of event related potentials. En E. Donchin y D.B. Lindsley (Eds.), *Averaged evoked potentials.* Washington, D.C.:NASA, 1969;45-75.

Vaughan, H.G. y katzman, R. Evoked responses in visual disorders. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1964;112:305-319.

Werre, P.F. y Smith, C.J. Variability of responses evoked by flashes in man. *Electroenceph. Clin.Neurophysiol.*, 1964;17:644-652.

Vigotskii, L.S. *Pensamiento y Lenguaje.* Ed., Revolucionaria. La Habana, 1966.