



## Jornades de Foment de la Investigació

# **TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN CON HIPERACTIVIDAD Y POTENCIALES EVOCADOS COGNITIVOS. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

### **Autors**

M<sup>a</sup> Jesús Presentación Herrero  
M<sup>a</sup> Angeles Martínez Benedicto

## 1. CONTEXTO TEÓRICO

Algunos profesores tienen la experiencia del niño que es incapaz de estar sentado, que después de haber dado instrucciones detalladas para toda la clase, pregunta qué es lo que hay que hacer; del niño que difícilmente concentra su atención en las explicaciones o en el trabajo durante varios minutos seguidos. Ese niño que, con frecuencia, hace ruidos que molestan a los alumnos de al lado; que, con demasiada facilidad, se ve metido en jaleos o problemas tanto en sus relaciones con sus compañeros como con los adultos. Son niños que difícilmente pueden mantener la atención en una tarea o juego y que no tienen paciencia suficiente para esperar un acontecimiento deseado.

También muchos padres y madres tienen la experiencia del niño que jamás se está quieto, que padece demasiados accidentes; que incluso cuando está viendo en la televisión algún programa que le gusta, está moviendo alguna parte de su cuerpo y que obtiene malos resultados académicos.

Estos niños, en general, no pueden regular su conducta u organizar las actividades que realizan. No manifiestan déficits intelectuales pero suelen obtener un rendimiento muy por debajo del que cabría esperar debido a su déficit atencional. Se trata de un problema importante ya que, en opinión de algunos autores (Barkley, 1998), al menos entre un dos y un 9,5 de la población escolar padece problemas de este tipo.

Inicialmente este trastorno, fue estudiado desde un enfoque fundamentalmente médico, pero con el tiempo, la investigación ha ido derivando hacia una perspectiva más psicopedagógica. Así, fue considerada en un principio como un trastorno de tipo neurológico debido a la existencia de una lesión cerebral, si bien las dificultades para comprobar la presencia de tal lesión llevaron a un cambio en la consideración del trastorno. Efectivamente, en los años 50 se produce un giro en la investigación pasándose a una concepción más funcional del síndrome. En este sentido, Clements (1966) introdujo el concepto de Disfunción Cerebral Mínima, definiéndolo como un trastorno de conducta y aprendizaje asociado con disfunciones del Sistema Nervioso Central en niños con inteligencia normal y caracterizado por hiperactividad, inestabilidad emocional, déficits de coordinación general, déficits de atención, etc. En los años 60 existió una visión más psicopedagógica del síndrome, centrándose en el exceso de actividad. Denominándole trastorno hiperkinético o hiperactividad. Fue el enfoque conductual.

Ya en los años 70 las investigaciones se centraron en analizar el síndrome desde una perspectiva cognitiva abandonando la búsqueda de factores orgánicos. En esta línea, Douglas (1972) defiende que el principal déficit de los niños hiperactivos consiste en su incapacidad para mantener la atención y su impulsividad restando importancia a la actividad excesiva ya que ésta, a diferencia de la atención, mejora con la edad. Más tarde, el DSM-III, constatando la perspectiva iniciada por Douglas, reemplazó el término “hiperactividad” por el de “Déficit Atencional con Hiperactividad” o TDAH señalando como características fundamentales la falta de atención, la actividad excesiva y la impulsividad (mirar cuadro 1), pero poniendo un énfasis especial en el déficit atencional, tendencia que se mantiene en la última edición del DSM-IV (1994), que, además señala que existen distintos subtipos: TDAH con predominio de déficit de atención; TDAH con predominio de hiperactividad-impulsividad y subtipo combinado

Otros manuales diagnósticos como el CIE (OMS, 1992) en su décima versión, subrayan el exceso de actividad motriz como característica principal por lo que en la actualidad sigue sin existir criterios unívocos que permitan definir con exactitud los límites de este trastorno.

En la actualidad una de las teorías más relevantes que intenta explicar este trastorno es la del déficit de inhibición comportamental o autocontrol (Barkley, 1998). Lo esencial de esta teoría es

**Trastorno** por déficit de atención con hiperactividad y potenciales evocados cognitivos. Proyecto de investigación.

que los niños con TDAH son incapaces de regular su conducta. Éste déficit afecta a cuatro funciones ejecutivas básicas que son fundamentales para el control motor. Éstas son: la memoria operativa, la interiorización del habla, el control de las emociones, la motivación y el estar despierto, y por último la de reconstitución (capacidad de dividir en partes componentes las conductas observadas y recombinar esas partes en forma de nuevas conductas para conseguir un fin).

Con los avances tecnológicos en la neurociencia cognitiva se nos permite en la actualidad identificar algunas patogénesis de los trastornos psiquiátricos. La aplicación de estas tecnologías al estudio científico del déficit de atención ha permitido sumar a las investigaciones anteriores mucho más exploratorias y descriptivas, otras, que intentan analizar cuáles son las zonas cerebrales afectadas que producen este trastorno. En este sentido, numerosas investigaciones han examinado las vías bioquímicas, han estudiado con técnicas de neuroimagen y han realizado test neurofisiológicos a niños con TDAH. Fruto de éstas investigaciones entre otros, es el descubrimiento de la implicación de los sistemas dopaminérgicos en la consecución de los síntomas (Lou, 1996 y Castellanos, 1994), la localización neuroanatómica del déficit en la vía lóbulo frontal-ganglios basales, cuyas estructuras parecen estar significativamente reducidas de tamaño en los pacientes con TDAH (Castellanos, 1994), la posible existencia de alteraciones morfológicas del cuerpo calloso (Baumgardner, 1996), etc. En consonancia con estos resultados, estudios genéticos han encontrado mutaciones en algunos genes relacionados con la dopamina (Lahoste y cols, 1996; Cook y cols, 1995) en niños con TDAH.

Otra de las técnicas de investigación neurofisiológica aplicada actualmente al estudio del TDAH es la que registra la actividad eléctrica cerebral a través de los potenciales cerebrales asociados a estímulos específicos, más conocidos como *potenciales evocados cognitivos o de larga latencia, provocados por la elaboración sensorial del individuo frente al estímulo, cuyas respuestas se relacionan con funciones cognitivas superiores, especialmente la atención.*

El fundamento en que se basa esta técnica es el siguiente: El impulso nervioso o potencial de acción es una onda eléctrica negativa de autopropagación que avanza a lo largo de la superficie de la membrana de la neurona y de sus prolongaciones. Es como si la célula nerviosa fuese una diminuta pila capaz de generar electricidad. La neurona en reposo, cuando no se encuentra transmitiendo mensajes, se encuentra polarizada, es decir, la parte externa de su membrana tiene una carga eléctrica distinta de la interna y ello se debe a que los iones de sodio y potasio (los iones son partículas con carga eléctrica) tienen distinta concentración en el interior de la membrana que fuera. Al llegar un estímulo a la célula nerviosa o a sus prolongaciones se altera el orden de las moléculas que hay a uno y otro lado de la membrana, ya que se hace más permeable, penetrando al interior los iones de sodio y saliendo al exterior iones de potasio. Esto hace que la superficie interna de la membrana celular se vuelva positiva en relación con la superficie externa. Éste cambio electrónico induce a su vez a la alteración de la estructura molecular de la siguiente sección de la membrana, que de esta forma también se despolariza.

Estos acontecimientos eléctricos pueden registrarse por medio de electrodos no invasivos colocados sobre el cuero cabelludo. Los cambios en la actividad eléctrica de una región particular pueden utilizarse para determinar si una estructura interviene en las diferentes funciones cognitivas superiores, especialmente, la atención. Los registros se llevan a cabo en situaciones controladas y se realizan durante la presentación de estímulos, la toma de decisiones o las actividades motoras.

Uno de los principales problemas que nos encontramos al estudiar los potenciales evocados es su escasa amplitud (usualmente micro o nanovoltios), lo que hace que no sean observables sobre los

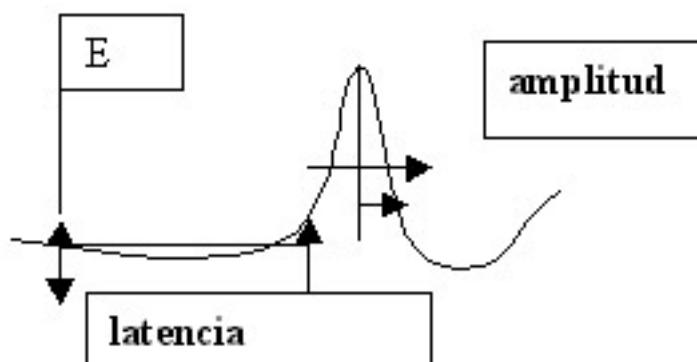
**Trastorno** por déficit de atención con hiperactividad y potenciales evocados cognitivos. Proyecto de investigación.

trazados electroencefalográficos convencionales, ya que se encuentran mezclados con la actividad cerebral normal. Por tanto, para su registro se precisan técnicas de promediación de la señal que nos permitan separar la respuesta buscada del “ruido”.

Los potenciales evocados constituyen respuestas psicofisiológicas relativamente complejas puesto que cuentan con diversas ondas de diferente amplitud, polaridad (signo eléctrico) y latencia. Estas ondas se denominan componentes y suelen identificarse en función de su polaridad (P o N) y de su latencia. Así, por ejemplo, el componente P300 es una onda positiva que se produce aproximadamente a los 300 milisegundos del inicio del acontecimiento que ha originado el potencial.

En su valoración se tienen en cuenta tres parámetros:

- La topografía o distribución de los potenciales en las distintas áreas cerebrales.
- La amplitud o diferencia en mV entre el punto de máxima altura de la onda y la media de los valores obtenidos durante la línea de base preestímulo.
- La latencia o tiempo en milisegundos desde el inicio del estímulo hasta la producción de un cambio eléctrico o respuesta. El punto de la respuesta que suele medirse para establecer la latencia es su inicio, aunque en ocasiones se utiliza el pico. En general el pico se utiliza como criterio cuando el inicio es difícil de determinar o aparece enmascarado por una respuesta anterior.



Cada componente refleja un aspecto diferente de las consecuencias que el acontecimiento que se percibe produce en el Sistema Nervioso. Se diferencian dos tipos de componentes, los *exógenos*, que responden a variables externas del sujeto, ya que son propias del acontecimiento que origina el potencial, y los *endógenos* que tienen que ver con variables psicológicas. Los componentes exógenos aparecen en la primera parte de los potenciales evocados, ya que su latencia es inferior a los 100 mseg, también se les denomina tempranos o rápidos. Los endógenos que aparecen entre los 100 y los 1000 mseg (o más) pueden también denominarse tardíos o lentos.

Los componentes exógenos parecen originarse en las vías cerebrales que llevan la información aferente desde los órganos sensoriales hasta las cortezas primarias.

Los componentes endógenos, más interesantes para la Psicofisiología y para la Psicología en general, tienen un origen neural más incierto. Estos componentes reflejan el procesamiento de acontecimientos ya percibidos. Es decir, se originan una vez que los estímulos han alcanzado las cortezas primarias (aproximadamente 100 milisegundos después de haberse presentado el estímulo)

de las que la información pasa a áreas del cerebro para ser procesada. Los primeros componentes endógenos son los que acontecen entre los 100 y los 200 milisegundos y resultan muy útiles para el estudio de las variables cognitivas que nos interesan: *la atención y el procesamiento inicial de la información*.

Así el componente N100 muestra una amplitud mayor ante estímulos que el sujeto atiende, ya sea de forma pasiva o activa. Otro componente dentro del intervalo 100-200 es la *negatividad del procesamiento*, que puede solaparse con el N100 y que aparece particularmente en tareas de atención selectiva. Su amplitud es mayor cuando más complicado resulta discriminar entre dos estímulos que se presentan simultáneamente. Otro es la *negatividad de desemparejamiento*, y se produce cuando en la secuencia de estímulos que el sujeto atiende aparece alguno que difiere (sobre todo físicamente) del resto (Näätänen y cols, 1978). Finalmente, dentro de este rango de 100-200 ms, nos encontramos con el *N200* que también parece presentar una amplitud mayor ante estímulos que se desvían de la secuencia, aunque dicha desviación se refiere en este caso a aspectos relacionados con la tarea más que a aspectos físicos. El promedio de amplitud de todos estos componentes se sitúa en torno a los 2-4  $\mu\text{V}$ . Otro componente positivo que también aparece en este intervalo es el *P200* que parece reflejar la relevancia intrínseca que el estímulo posee. Hace referencia a la importancia del estímulo independientemente de la tarea encomendada.

El siguiente componente importante es sin duda el más estudiado de todos, *el P300*. Su amplitud se sitúa entre los 4-6  $\mu\text{V}$  y suele aparecer entre los 300 y 500 milisegundos. El P300 refleja variables como la falta de expectativa del sujeto con respecto al estímulo y es útil para estudiar la significación o relevancia que el sujeto le otorga al estímulo.

Uno de los factores que influyen de manera significativa en las características de la onda P300 es la edad del individuo y su capacidad cognitiva. Se ha demostrado que en las personas ancianas la onda P300 tiene una latencia mayor y una amplitud menor, además de una diferente distribución en el cuero cabelludo. Por otra parte, en niños de edades comprendidas en los 6 y 15 años existe una disminución de la latencia de la onda P300 a medida que el niño tiene más edad, llegando algunos autores a relacionar el desarrollo de la memoria de los niños con la disminución de la latencia de la P300, lo que sugiere que la maduración de la memoria inmediata está ligada al aumento de la velocidad de identificación. Los generadores de la onda P300 no han sido determinados con precisión. La aproximación neurofisiológica busca precisar las estructuras cerebrales que sostienen los componentes funcionales y cuya activación se traduce sobre el cuero cabelludo por una sucesión de deflexiones positivas y negativas.

Las investigaciones sobre la P300 han puesto de manifiesto que dicho potencial está relacionado con una gran variedad de actividades cognitivas, como atención selectiva, respuesta de orientación, probabilidad del estímulo y la toma de decisiones. El elemento común a estas actividades es el procesamiento activo por parte del sujeto de la información proporcionada por el estímulo. La amplitud de la P300 no se ve afectada por las propiedades físicas, como la modalidad o intensidad, pero sí está influida por variables psicológicamente importantes, como la frecuencia de aparición del estímulo diana, la dificultad de la tarea, el intervalo interestímulo y el reparto de los recursos de atención. Por otra parte la latencia de la P300 se considera una medida del tiempo de evaluación del estímulo recibido, indicando la cronometría de los acontecimientos mentales antes de que la respuesta sea seleccionada o producida. Cuanto más prolongada es la latencia mayor es el tiempo empleado en el procesamiento de la información. Esta medida puede utilizarse como un índice de la secuencia del proceso de evaluación de los estímulos independiente del tiempo necesario para la ejecución de una respuesta motora adecuada.

**Trastorno** por déficit de atención con hiperactividad y potenciales evocados cognitivos. Proyecto de investigación.

Posteriormente, tras la P300, hacia los 500 milisegundos aparecen las *Ondas lentas*, su promedio se sitúa entre los 5-7  $\mu\text{V}$ . Las *Ondas lentas* incrementan su amplitud a medida que aumentan las dificultades en el reconocimiento del estímulo o en la ejecución de la tarea. Resultan útiles asimismo en estudios sobre memoria y aprendizaje

Por último, existen una serie de componentes que se presentan en situaciones más específicas. Uno de ellos es el *N400*, componente con una amplitud en torno a los 3-4  $\mu\text{V}$ , que aparece ante estímulos y tareas relacionadas con el procesamiento verbal. Su amplitud es mayor cuando el significado de la frase que se presenta como estímulo es ambiguo, cuando una palabra está incorrectamente escrita o no se conoce su significado, o cuando una frase afirma algo que no es correcto, etc. Otro componente específico es la *variación contingente negativa (VNC)*, con una amplitud de 7-9 $\mu\text{V}$ . Éste aparece en experimentos en los que cada ensayo no consiste en la presentación de un único estímulo, si no que está constituido por un primer estímulo (E1) que anuncia la presentación de otro posterior (E2) sobre el que generalmente el sujeto debe realizar una tarea. La VNC es una desviación negativa de la actividad eléctrica cerebral que aparece poco después de E1, y en general no desaparece hasta haberse presentado el E2. La amplitud es mayor cuando mayor es la probabilidad de ocurrencia de E2. La VNC constituye uno de los componentes endógenos más estudiados, y se ha empleado en investigaciones sobre variables que nos interesan como *la atención*. Finalmente otro componente específico interesante es *el potencial de preparación (PP)*. Éste componente aparece en los momentos previos a la realización de una acción motora (entre 1000 y 800 milisegundos antes) por parte del sujeto, prolongándose hasta algo después de iniciado el movimiento. Su origen es, primordialmente la corteza motora. El PP resulta útil no sólo en el estudio directo del control neural de la conducta motora, si no también en aplicaciones más generales, ya que permite detectar, por ejemplo, factores como la corrección la duda o el arrepentimiento de la conducta manifiesta en diversas tareas.

Algunas investigaciones se han realizado comparando la actividad electroencefalográfica de niños control con niños con TDAH mientras de haber realizan una tarea. .

Entre los objetivos la mayoría de estos trabajos se han centrado en:

- medir principalmente la amplitud y la latencia de la P300, la cual es generada cuando los sujetos atienden y discriminan eventos o se produce un proceso de evaluación estimular.
- examinar qué sucede con los procesamientos previos a la misma, (N100, la negatividad del procesamiento, N200, y la P20) y
- comprobar si la ejecución en la tarea de los niños con TDAH es peor que la de los niños control.

Normalmente los sujetos han sido niños con edades comprendidas entre los 7 y los 12 años, con un diagnóstico de trastorno por déficit por atención (DSM-III) o trastorno por déficit por atención con hiperactividad (DSM-III-R). Los niños no presentaban otros desórdenes, tenían un coeficiente intelectual similar a los niños control y durante la investigación no fueron tratados con fármacos. Las muestras oscilaban entre 10 y 30 niños.

Las tareas que se han utilizado en general en las investigaciones han sido de Atención Sostenida y Atención Selectiva. Combinando en la mayoría de los estudios la modalidad auditiva y la visual. Utilizaban el esquema del estímulo diana- no diana, que consiste en la presentación de una serie de estímulos auditivos (sonidos de distintas frecuencias ) o visuales (números, letras, etc) y el sujeto sólo tiene que dar respuesta (apretar un botón, conteo, etc) a aquellos que tienen menor probabilidad de aparición. Dependiendo de la investigación se han estudiado aspectos más concretos relacionándolos con los potenciales evocados, como puede ser por ejemplo: el reflejo de orientación, procesamiento automático-controlado, diferencias intracanal - entrecanal, etc.

**Trastorno** por déficit de atención con hiperactividad y potenciales evocados cognitivos. Proyecto de investigación.

El registro se realizó en todas las investigaciones mediante electrodos colocados en el cuero cabelludo. El número de electrodos colocados mediante el sistema internacional oscila, según investigaciones, entre 4 y 14. La impedancia registrada fue entre 3 y 10 K $\Omega$ .

A pesar de las divergencias de métodos y medidas, parece haber resultados consistentes en los estudios sobre potenciales evocados y TDAH, especialmente en relación a la P300.

En primer lugar, comparando con los niños control, los niños con TDAH generalmente realizan peor las tareas que requieren atención sostenida o selectiva.

En segundo lugar, los sujetos con TDAH parecen presentar características alteradas en la P300. En concreto, presentan una menor amplitud en esta onda tanto en tareas visuales como auditivas. En las tareas visuales algunos estudios han encontrado diferencias de amplitud en estímulos diana y no diana (Robaey 1992, Strandburg 1996 y Klorman 1991) mientras que otros sólo diferencias en la amplitud de las ondas de los estímulos diana (Overtoon, (1998). En las tareas auditivas, también se han encontrado diferencias de amplitud tanto en estímulos diana como en no diana (Strandburg 1996, Satterfield 1994, Yonkman 1997). Es más los estudios que han utilizado a niños con TDAH que estaban siendo medicados con metilfenidato se afirma que presentan una mayor amplitud en la onda P300 en comparación con los niños con TDAH que no están siendo tratados con fármacos. Esto ocurre tanto en tareas visuales (Verbaten, 1994; Klorman 1991) como en tareas auditivas (Smeyer, 1999).

En relación a la latencia de esta onda, los resultados son más contradictorios. Así, Robaey (1992) con una tarea visual obtiene una latencia más corta en niños con TDAH comparándolos con niños control. Por su parte Satterfield (1994) y Klorman (1991), con tareas auditivas y visuales, sugieren que no existen diferencias en la latencia de los niños con TDAH y los niños control. Por último, Strandburg (1996) y Taylor (1993) encuentran que los niños con TDAH presentan una latencia más larga que los niños control. En estudios con niños que estaban tratados con metilfenidato encuentran que las latencias de los niños con TDAH que eran más largas que los niños control en la fase de pretratamiento se igualaban tras ser tratados con el fármaco (Taylor, 1993; Smeyer, 1999).

Para terminar algunos trabajos concluyen que los resultados de pobre ejecución y anormalidades de P300 en tareas de ejecución continua también se encuentran en otros desórdenes como la esquizofrenia y el autismo, lo que indica que este procesamiento anormal podría no ser específico de una sola condición psicopatológica (Klorman, 1991)

Resumiendo, podemos concluir que los resultados más sobresalientes en relación al componente P300 de los potenciales evocados con niños con TDAH son que:

- La amplitud de la P300 es más corta en los estímulos diana. Hay discrepancias en cuanto si también esto ocurre en los estímulos no diana.
- Parecen haber a su vez diferencias en la latencia de la P300 aunque existen discrepancias al respecto. Los diferentes resultados se podrían explicar por las diferencias que existen entre las tareas y las edades de los sujetos en las investigaciones.

Ante las discrepancias observadas es necesaria mayor información que confirme y aumente nuestro conocimiento sobre la respuesta eléctrica de los niños con TDAH. Así como que se puedan contemplar las posibles diferencias entre los diferentes subtipos de niños con este síndrome.

## 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Dada la importancia de la técnica de los potenciales evocados en el estudio del TDAH y ante las discrepancias que existen en las investigaciones realizadas hasta la actualidad, los objetivos de nuestro estudio van a ser los siguientes:

- Observar si la ejecución en una tarea de ejecución continua de niños con TDAH es peor que los niños que no padecen este trastorno, lo que se confirmará en el número de aciertos, en las falsas alarmas, en los errores y en el tiempo de reacción.
- Observar si la amplitud del componente P300 es menor en niños con TDAH que en los niños control. La mayoría de los estudios revisados parecen indicar una disminución de la amplitud de esta onda en niños TDAH que en niños control. Además, observar si ésto ocurre tanto en los estímulos target como en los nontarget.
- Observar si la latencia de la P300 es mayor en los niños con TDAH que los niños que no padecen este trastorno. Existen discrepancias en los estudios revisados en relación con esta anomalía de la P300 en niños con TDAH.
- Investigar las diferencias entre los tres subtipos del DSM-IV (1994) con respecto a la respuesta cerebral evocada, analizando la posibilidad de que los potenciales evocados puedan ser un medio de diagnóstico diferencial en el TDAH.

La hipótesis en relación con los primeros objetivos plantearía la existencia de diferencias entre los niños con TDAH y niños sin este trastorno, tanto en la ejecución de la tarea como en los registros eléctricos cerebrales relacionados con la realización de las mismas. Éstas diferencias se observarán tanto en la amplitud como en la latencia.

Otra hipótesis de nuestra investigación defendería la existencia de diferencias en los potenciales evocados entre los distintos subtipos de niños con TDAH descritos en el DSM IV. En este sentido, las respuestas más alteradas con relación a los niños normales serán las del grupo TDAH combinado, seguida del grupo TDA-H predominantemente hiperactivo-impulsivo. El grupo con una respuesta más normalizada será el TDAH predominantemente inatento que no reúne las características de déficit en el control inhibitorio en el que parece según las teorías más actuales que reside la mayor gravedad del síndrome (Barkley,1994, 1997,1998).

## 3. METODOLOGÍA

Para confirmar éstas hipótesis se desarrollarán dos tareas diferentes (visual y auditiva) que serán implementadas por 40 niños de Castellón y Valencia.

### 3.1. MUESTRA

La muestra que utilizaremos será de 30 niños TDAH, (10 del tipo predominio de inatención, 10 del tipo combinado, y 10 del tipo predominio hiperactivo-impulsivo) y 10 niños control. La edad de éstos niños será de 9, 10 y 11 años.

Para seleccionar a los niños con TDAH tendrán que cumplir los criterios del DSM-IV (1994) y del cuestionario de Connors (tanto en casa como en el colegio). Además, serán niños con un CI normal, sin deficiencias físicas, sensoriales ni mentales. Durante el experimento no deberán tomar medicación, por lo menos desde tres días antes del registro.



**Trastorno** por déficit de atención con hiperactividad y potenciales evocados cognitivos. Proyecto de investigación.

Los niños serán remitidos desde servicios de salud mental o de centros de atención primaria de ambas poblaciones. Se tendrá en cuenta el juicio clínico del psicólogo o psiquiatra que le atienda, y serán seleccionados aquellos niños que hayan obtenido puntuaciones positivas en al menos dos de los siguientes contextos: clínico, familiar o escolar.

### **3.2 TAREA**

La tarea que se utilizará será una prueba de ejecución continua informatizada. Esta prueba está diseñada para medir el mantenimiento de la atención en una tarea que requiere vigilancia. Consiste en presentar estímulos simples (letras, dígitos, etc.) durante un periodo muy breve, en una secuencia aleatoria y a intervalos constantes. La tarea del sujeto es presionar una llave cada vez que aparece en la pantalla un estímulo diana, que tiene lugar, como promedio, una vez cada 5 presentaciones. Esta prueba es considerada desde hace años como la prueba más fiable para estudiar experimentalmente la ejecución de los sujetos en situaciones que exigen atención sostenida.

Nuestros sujetos experimentales realizarán dos pruebas paralelas que diferirán tan solo en la modalidad sensorial, una será auditiva y la otra visual

En la tarea visual los estímulos serán números del 0 al 9 que se presentarán aleatoriamente en la pantalla del ordenador, con la instrucción de que se debe de dar respuesta (apretar una tecla) solamente ante la aparición del número 7 (estímulo crítico). Los números serán de color amarillo, de una altura de unos cuatro centímetros y se presentaran en el centro de la pantalla del ordenador sobre un fondo negro. El tiempo de presentación de cada estímulo es de 250 milisegundos y el intervalo en el que se registra la respuesta es de 1500 milisegundos. El total de presentaciones será de 200, divididas en dos series de 100, con un descanso de 5 minutos entre cada una de ellas. El porcentaje de aparición del estímulo diana será del 20 % de y un 80 % de los estímulos no diana.

En la tarea auditiva el sujeto deberá discriminar entre dos sonidos puros de 1000 y 2000 hertzios de frecuencia. Estos sonidos se presentarán aleatoriamente durante 200 ensayos, en dos bloques de 100 con una probabilidad de aparición del 20 % del sonido de 2000 hertzios y de 80 % del sonido de 1000 hertzios. La instrucción será la de dar respuesta (apretar una tecla) en el sonido de menos frecuencia de aparición o diana. Al igual que en la tarea visual, la duración de cada estímulo será de 250 milisegundos y el intervalo de registro será de 1500 milisegundos.

### **3.3 TÉCNICAS DE REGISTRO**

El procedimiento utilizado será el mismo para todos los sujetos. Con anterioridad a los registros se recabará la información de los padres, maestros y del clínico que los remita. Una vez revisada dicha información y ante un caso de TDAH se concertará día y hora para la realización del experimento.

En la sesión experimental se comenzará por la tarea visual. Se les situará en la cabina experimental con una pantalla de ordenador frente a ellos y se les colocará los 20 electrodos a los sujetos en el cuero cabelludos. Mientras se le colocan los electrodos podrá optar a un juguete que le será entregado una vez terminada la sesión.

Una vez colocados los electrodos y retirados los juguetes se les leerán las instrucciones indicándoles que cuando estén listos para ver los estímulos deben dejar de parpadear, atender a la pantalla y cuando sea adecuado apretar un botón. Se evitará así la contaminación del registro electroencefalográfico por movimientos oculares. Una vez terminada la tarea visual se procederá a la realización de la tarea auditiva. Durante cada ensayo se registrarán la respuesta del sujeto, la latencia de la misma así como 130 muestras del electroencefalograma, comenzando 50 milisegundos antes

**Trastorno** por déficit de atención con hiperactividad y potenciales evocados cognitivos. Proyecto de investigación.

de la emisión o aparición del estímulo (número o sonido) y continuando cada 10 milisegundos hasta un segundo después del mismo.

### 3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de este tipo de datos es muy complejo ya que implica para cada tarea una matriz de datos con 20.800.000 observaciones (20 electrodos X 130 muestras de electroencefalograma por electrodo X200 ensayos X 40 sujetos). La universidad Jaume I dispone del sistema SAS par un servidor Unix silicon Graphics para manejar estos resultados.

Se realizará un Análisis de Componentes Principales junto con un análisis de picos para identificar la P300 y extraer su amplitud y su latencia. Análisis posteriores se centrarán en desvelar los efectos específicos de los distintos subgrupos de niños con TDAH sobre las variables electrofisiológicas.

## 4. BENEFICIOS DEL PROYECTO

El interés que tiene este proyecto a nivel teórico es que proporciona nuevos datos sobre la respuesta eléctrica cerebral diferencial entre niños TDAH y normales sobre la que existen resultados contradictorios. Además, profundiza en los correlatos biológicos del TDAH, lo que permitirá a los investigadores contar con un posible indicador más objetivo de cara a su diagnóstico y a su intervención. Y por último analiza las diferencias entre los distintos subtipos de TDAH en cuanto a la respuesta eléctrica cerebral, cuestión desconocida hasta el momento.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical manual of mental disorders (4<sup>th</sup> ed.) (1994). Washington, DC: Author.
- Barkley R. (1998). El desorden de hiperactividad y déficit de atención. *Investigación y ciencia*, noviembre, 48-53.
- Barkley, R.A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Cook, E.H.; Steib, M.A.; Krasinski, M.D.; Cox, N.J.; Olkon, D.M. y Kieffer, J.E. (1995). Association of attention-deficit disorder and the dopamine transporter gene. *American Journal of human Genetics*, 56, 993-998.
- Castellanos F.X.; Giedd, J.N.; Eckburg, P.; Marsh, W.L.; Vaituzis, A.C.; Kaysen, D.; Hamburger, M.A.; Rapoport, J.L. (1994). Quantitative morphology of the caudate nucleus in attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, 151, 1791-1796.
- Carretié R.; Iglesias M. (1992). *Psicofisiología*. Barcelona.
- Fortes del Valle, M.C. y cols (1996). *Bases Psicológicas de la Educación especial*. Valencia: Promolibro.
- García Sevilla, J. (1997). *Psicología de la atención*. Madrid: Síntesis Psicología.
- Jonkman, L.; Kemner CH.; Verbaten M.; Koelega H.; Camfferman G.; Gaag R.; Buitelaar J.;

- Engeland H. (1997). Event Related Potentials And Performance Of Attention Déficit Hyperactivity Disorder: Children And Normal Controls In Auditory And Visual Selective Attention Tasks. *Biological Psychiatry*, 41,595-611.
- Klorman, K. (1991). Cognitive Event- Related Potentials in Attention Deficit Disorder. *Journal of learning Disabilities*, 24, 130-140.
  - Lahoste,G.J.; Swanson, J.M. Wigal, S.B.; Glabe, C.; Wigal, T.; King, N. Y Kennedy, J.L. (1996) Dopamine D4 receptor gene polymorphism is associated with attention deficit hyperactivity disorder. *Molecular Psychiatry*, 1, 121-124.
  - Lou, H.C. (1996). Etiology and pathogenesis of attention –deficit hyperactivity disorder (ADHD): significance of prematurity and perinatal hypoxic-hemodynamic encelopathy. *Acta poediatrica*,85, 1266-1271.
  - Navarro, J. F. (1998). Correlatos biológicos del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Psicología conductual*, Vol.6, No 2, 325-347.
  - Robaey P.; Breton F.; Dugas M.; Renault, B. (1992): An event-related potential study of controlled and automatic processes in 6-8 year old boys with attention deficit hyperactivity disorder. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 82, 330-340.
  - Robert J.; Strandburg, J.; Marsh,Y.; Warren S.; Asarnow, R.; Higa, J.; Harper,R.; Guthrie, D. (1996): Continuous-Processing-Related Event-Related Potentials In Children With Attention Déficit Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, 40, 964-980.
  - Satterfield, J.; Schell, A.; Nicholas,T.; Breena T.; Freese, T. (1990). Ontogeny of Selective attention effectes on event related potentials in attention deficit hyperactivity disorder and normal boys. *Biols Psychiatry*, vol 28, 879-903.
  - Satterfield, J.; Schell A.; Nicholas T. (1994): Preferential neural processing of attended stimuli in attention deficit Hyperctivity disorder and normal boys. *Psychophysiology*, 31, 1-10.
  - Strandburg, R.J.; Marsh, J.T.; Brown, W. S.; Asarnow, R.F. Higa, J.; Harper, R. Y Guthrie, D. (1996). Continuous-processing-related event-related potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 40, 964-980.
  - Smeyers, P. (1999). Estudios de potenciales evocados en niños con síndrome por déficit de atención e Hiperactividad. *Revista de neurología*, 28 (supl.2), 173-176.
  - Vervaten, C.C.E.; Overton, H.S.; Koelega, H.; Swaab-Barneveld, R.J., J Buitelaar, J.; Egeland H. (1994). Methilphenidate influences on Both early and ERP waves of ADHD children in a continuous performance test. *Journal of Abnormal child psychology*, vol 22, No.5, 561-579.
  - Yitzchak F.; Seiden, J. ; Napolitano, B. (1994): Event-Related Potentials to an “oddball” Auditory Paradigm in children with learning disabilities with or without attention deficit hyperactivity disorder. *Clinical electroencephalography*, vol 25, 136-141.
  - Tannock, R. (1998): Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Advances in cognitive, neurobiological, and Genetic Research. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, 39, 65-99.
  - Taylor, M.J.; Voros, J.G.; Logan, W.J. y Malone M.A. (1993). Canges in event-related potentials with stimulant medication in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Biological psychology*, 36,139-156.
  - World Health Organization. The ICD-10 classification of mental and behavioral diseaser: clinical descriptions and diagnostic guidelines. Ginebra. WHO.(Madrid, Meditor, 1992).