



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Psicologia

Memòria del Treball de Fi de Grau

El uso de la ratio Theta/Beta para la ayuda en el diagnóstico del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad

Antònia Torrens Karmany

Grau de Psicologia

Any acadèmic 2015-16

DNI de l'alumne: 41584735E

Treball tutelat per Mateu Servera Barceló
Departament de Psicologia

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Paraules clau del treball:
TDAH, EEG, ratio Theta/Beta.

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción.....	5
Participantes.....	12
Instrumentos.....	16
Procedimiento.....	19
Diferencias entre el grupo clínico y el grupo control en la potencia de onda.....	24
La detección de participantes del grupo clínico y del grupo control a partir de la Ratio Theta Alta/Beta Alta (ratio Ta/Ba).....	28
Discusión.....	33
Referencias.....	38

Resumen.

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es un trastorno muy prevalente en niños y aun no existe ninguna prueba objetiva que pueda determinar su diagnóstico, por lo tanto, este siempre es bajo el punto de vista del ojo clínico. Para encontrar solución, se ha estudiado la posibilidad de que el EEG sea una herramienta que ayude al diagnóstico de este trastorno. En base a esto, el presente estudio tiene dos objetivos principales: analizar las diferencias que hay entre la actividad de las ondas cerebrales, en la localización cerebral Cz, de niños con diagnóstico de TDAH y controles y examinar la capacidad de la ratio Theta/Beta para detectar a los participantes con un diagnóstico de TDAH y los que no tienen diagnóstico de TDAH. Para efectuar los objetivos, se ha utilizado el registro EEG en tres condiciones experimentales (Ojos Abiertos, Ojos Cerrados y realización de CSAT), en grupos: clínicos (con diagnóstico de TDAH) y controles (sin diagnóstico de TDAH). Los resultados encontrados, en relación a los objetivos, son que el grupo clínico presentan mayor potencia en las ondas de baja frecuencia y viceversa, el grupo control presentan mayor potencia en las ondas de alta frecuencia. Además, los clínicos presentan una ratio Theta/Beta más elevada. Finalmente, mediante la curva ROC, hay índices muy altos de Sensibilidad y Especificidad para diferenciar los grupos mediante la ratio Theta/Beta.

Abstract.

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is a syndrome very prevalent in children. Even it does not exist no objective evidence that could determine his diagnosis, therefore, this one always is under the point of view of the clinical eye. To find solution, there has been studied the possibility that the EEG could be a tool that helps to the diagnosis of this disorder. On the basis of this, the present study has two principal aims: analyze the differences that exist between the activity of the cerebral waves, in the cerebral location Cz, of children with TDAH's diagnosis and controls and examine the capacity of the ratio Theta/Beta to detect the participants with TDAH's diagnosis and those who do not have TDAH's diagnosis. To effect the aims, there has been in use the record EEG in three experimental conditions (Opened Eyes, Closed Eyes and CSAT), in groups: clinical (with TDAH's diagnosis) and controls (without TDAH's diagnosis). The results, in relation to the aims, are that the clinical group present higher power in the waves of low frequency and the group control present high power in the waves of higher frequency. In addition, the clinical ones present higher ratio Theta/Beta. Finally, by means of the curve ROC, there are very high indexes of Sensibility and Specificity to differentiate the groups by means of the ratio Theta/Beta.

Introducción.

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) se define como una alteración neuropsicológica, de base genética, que se caracteriza principalmente por unos niveles altos de hiperactividad, impulsividad e inatención inapropiados para la edad del niño (Cornelio-nieto, Borbolla-sala, & Gallegos-dimas, 2011). Además, el TDAH es uno de los trastornos con mayor impacto en la vida familiar, social y academia del niño, exceptuando las discapacidades, y es uno de los más prevalentes en la infancia (Servera, 2012, Servera & Cardo, 2007).

El principal aspecto problemático del TDAH es su diagnóstico, a pesar de la intensa actividad de investigación, en los últimos cincuenta años sobre este tema. Se consideran tres posibles tipos de TDAH y se dividen según el predominio: inatento, hiperactivo/impulsivo y combinado. En todos los casos, para su detección, no hay ninguna prueba objetiva que determine la presencia del trastorno, proviene de una decisión “clínica”. A pesar de ello, para realizar el diagnóstico hay múltiples recomendaciones de protocolos, instrumentos y procedimientos específicos (Servera, 2012). La búsqueda de pruebas y marcadores objetivos ha sido intensa ya que las entrevistas psiquiátricas, donde proporcionan información para evaluar de diferentes fuentes, y las escalas normalizadas, que miden las conductas nucleares (inatención, hiperactividad e impulsividad), no ofrecen la suficiente fiabilidad y validez para realizar el diagnóstico. Otra cosa, que dificulta su evaluación, es que los síntomas del TDAH no están presentes en otros trastornos psiquiátricos, así como en

condiciones neurológicas o médicas (Zametkin and Ernst 1999; Mirsky and Duncan 2001; Daley 2004).

Para conseguir medidas más objetivas, una de las áreas investigadas tradicionalmente ha sido las tareas neuropsicológicas. En este dominio, probablemente, los más exitosos son los denominados tests de rendimiento continuo (CPTs), que se centran en la medida de la capacidad de atención sostenida. Pero los CPTs tienen algunas limitaciones como: el dar positivo en un CPT aumenta mucho las probabilidades de presencia de TDAH u otro tipo de disfunción neurocognitiva pero dar negativo no disminuye tan significativamente las probabilidades de descartarlo. Esto es debido a que la medida de la atención, mecanismo complejo y lábil, y está afectado por múltiples variables intrínsecas y extrínsecas.

Otra opción de diagnóstico objetivo, dentro de los métodos de neuroimagen (fMRI, PET, etc.), se puede utilizar la evaluación del funcionamiento cerebral mediante QEEG. Hay otras técnicas más sofisticadas pero su uso está más restringidos por su elevado coste y su utilización no garantiza una mejora significativa en la certeza del diagnóstico comparado con los métodos psiquiátricos o neuropsicológicos y, por eso, no se suelen utilizar en el ámbito clínico o profesional (Chabot, di Michele & Prichep, 2005; Loo & Makeing, 2012).

El QEEG incluye diferentes técnicas de análisis centradas en la visualización topográfica del voltaje o frecuencia de los datos electrofisiológicos cerebrales, su comparación estadística con valores

normativos y los análisis discriminantes derivados. Si nos centramos en el TDAH, el principal foco de atención, ha sido el estudio de las ondas cerebrales Theta y Beta, especialmente su relación expresada en forma de “ratio”. Si nos basamos en la teoría, los niños afectados del trastorno deben presentar una amplitud o potencia (power) más elevada en las ondas Theta y más baja en las ondas Beta, con una ratio Theta/Beta (ratio Theta/Beta) significativamente más elevada que los niños controles durante la realización de tareas que requieren concentración. Además, esta actividad de ondas Theta tiene mayor prevalencia en zonas frontales (Cornelio-nieto, Borbolla-sala, & Gallegos-dimas, 2011).

En el metaanálisis de Snyder & Hall (2006) se incluyen 9 estudios, donde se comparan la ratio T/B de niños con trastorno y controles y se concluyó que, en promedio, fue superior en el caso de los niños con TDAH con un tamaño del efecto muy grande, lo que equivaldría a una sensibilidad y especificidad muy elevada (94%). Aunque hay que tener prudencia porque la mayoría de grupos controles fueron retrospectivos (no fueron determinados expresamente para ser comparados con los clínicos), los protocolos de evaluación no fueron los mismos, no siempre se controló el uso de medicación, no se estandarizó la técnica de QEEG (utilizando aparatos y sistemas de medida diferentes).

En el estudio de Sneyder et al. (2008), realizaron un trabajo que incluía 115 niños entre 6 y 11 años y 44 adolescentes entre 12 y 18 años remitidos a unidades especializadas por sospecha de TDAH, fueron diagnosticados o descartados. Todos los niños fueron evaluados (con independencia del

diagnóstico) en escalas de TDAH para padres y maestros y en QEEG. En el último caso, se midió la ratio T/B y se comparó con datos normativos para asumir que aquellos niños con una ratio T/B superior en 1,5 desviaciones estándar a los datos normativos serían considerados con “presencia de marcador para TDAH”. En el diagnóstico final se observa que 97 de los 159 participantes recibieron el diagnóstico en TDAH y 62 fueron destacados para este diagnóstico.

Por lo que respecta a los resultados podemos resaltar que las escalas de padres y maestros no se mostraron muy útiles ya que, por ejemplo, en el caso de la ADHD Rate Scale-IV en los padres se observó una precisión diagnóstica global de sólo el 56%, con un 28% de falsos negativos y 67% de falsos positivos. En el caso de los maestros, los resultados fueron respectivamente del 47%, el 62% y el 39%. El marcador ratio T/B se aplicó al 87% de los niños diagnosticados con TDAH.

A todos estos resultados positivos hay que referenciar la Agencia Americana de la Alimentación y el Medicamento (FDA) que, en julio de 2013, aprobó el “Brain Wave Test” para ayudar al diagnóstico del TDAH. El dispositivo se denomina NEBA y se basa fundamentalmente en la ratio T/B, que ya está comercializado (<https://www.nebahealth.com/>).

A pesar de lo mencionado, el tema es polémico y no se considera resuelto por la comunidad científica. La revista *Journal of Attention Disorder* publicó en el año 2013 (vol. 17, núm. 5) una sección especial sobre EEG y TDAH. En esta sección, se encuentra otro estudio de meta-análisis que muestra

resultados limitados de la ratio T/B (Arns, Conners & Kramer, 2013). El tamaño del efecto promedio estuvo entre 0,75 y 0,62 (inferior al mencionado anteriormente en el caso de Snyder aunque se puede considerar mediano), decreciendo con la edad. Por tanto, los autores concluyeron que la ratio T/B no puede considerarse una medida de diagnóstico fiable del TDAH, sin embargo reconocen que un subgrupo importante de pacientes con TDAH presentan una ratio T/B significativamente más elevada que los controles pudiéndose considerar una medida de pronóstico.

Por su parte, Loo et al. (2013) evaluaron a 871 participantes con y sin TDAH (595 niños y 276 adultos) en la ratio T/B y concluyen que: (a) de forma global, no distinguió a los más jóvenes, (b) curiosamente en los adultos si hubo diferencias pero en la dirección contraria a la esperada (la ratio T/B fue inferior en el grupo con TDAH) y (c) el subtipo de TDAH y la presencia de trastornos comórbidos influye en los resultados: en la condición “ojos cerrados” la ratio T/B de los niños TDAH combinados fue significativamente más alta que la de los controles y la de los TDAH inatentos, los niños y adolescentes con TDAH más trastorno negativita desafiante presentan una ratio T/B más elevada que los TDAH sin este trastorno, por su parte los TDAH sin depresión presentan una ratio T/B significativamente más alta que los controles y los TDAH más depresión.

Como en la revisión de Loo & Makeing (2012), concluyeron que disponemos ya de resultados interesantes que muestran la capacidad discriminativa de la ratio T/B a la hora de diferenciar con TDAH y sus

controles, sin embargo, entre los niños con TDAH se da una gran heterogeneidad en sus ratio T/B que obligan a profundizar en los trabajos de investigación. En nuestra opinión, esta heterogeneidad puede derivar en gran parte del tipo de aparato utilizado (y sus características técnicas) y del tipo de acción que realiza el niño durante el registro de EEG.

Según los trabajos pioneros de Monastra y colaboradores, se evaluaba a los niños en cuatro tareas: los ojos abiertos fijos en un punto, la lectura silenciosa, la escucha activa y el dibujo (copia de figuras geométricas). Sin embargo, no hubo ninguna prueba superior a la otra puesto que las diferencias entre los controles y los distintos subtipos de TDAH se dieron todas. Por ello, en la mayoría de estudios revisados prácticamente sólo se usan tres condiciones: ojos abiertos, ojos cerrados y el registro EEG mientras se realiza una tarea atencional, del tipo CPT o del tipo Go-Nogo.

Objetivo e hipótesis.

El primer objetivo de este estudio es analizar las diferencias que hay entre la actividad de las ondas cerebrales en la localización cerebral Cz de niños con diagnóstico de TDAH y controles. La principal medida de referencia será la ratio de las ondas Theta/Beta (ratio T/B), pero además se analizarán por separado las ondas Theta, Beta y Alpha en la localización cerebral Cz.

Las hipótesis que derivan de este objetivo son las siguientes:

- La ratio T/B será más elevada en los niños con TDAH frente a los controles.

- El *power* de las ondas Theta será significativamente más elevado para los niños con TDAH que para los niños control.

- El *power* de las ondas Beta, para los niños con TDAH, será significativamente más bajo que para los niños control.

El segundo objetivo es estudiar la capacidad de la ratio T/B para detectar a los participantes clínicos (es decir, con un diagnóstico de TDAH) y los controles (que no tienen diagnóstico de TDAH).

Metodología.

Participantes.

Los participantes en el estudio fueron niños entre 7 y 12 años y se dividieron en dos muestras: clínica y control.

Grupo clínico.

Los criterios de inclusión para esta muestra fueron:

- Haber tenido un diagnóstico de TDAH en cualquiera de los tres subtipos (inatento, hiperactivo/impulsivo o combinado) realizado por una unidad o profesional acreditado del ámbito de la psiquiatría infantil, la neuropsiquiatría o la psicología clínica.
- Haber presentado como máximo 30 días antes de la evaluación, puntuaciones, en las escalas ADHD RS-IV, iguales o superiores al percentil 90 al menos en una de las subescalas (inatención o hiperactividad/impulsividad) y en al menos para dos evaluaciones de ámbitos distintos.
- Como máximo 30 días antes de la evaluación, haber tenido evidencias, ya sea a través de escalas al uso para este ámbito o de informes escolares o familiares, de que el trastorno produce un nivel significativo de afectación en la vida escolar, social o familiar del niño.
- No haber presentado evidencia de discapacidad psíquica o retraso mental.

–No haber presentado diagnóstico ni sospecha de trastorno generalizado del desarrollo (trastorno del espectro autista), trastorno bipolar o trastorno de base psicótica.

–No haber presentado antecedentes o diagnóstico de trastorno epiléptico.

–No haber presentado enfermedades médicas importantes, crónicas o actuales.

Las variables a controlar para el análisis de datos serían:

–Haber presentado de comorbilidad con trastorno negativista desafiante o del aprendizaje.

–Haber estado medicado con fármacos prescritos para tratar el TDAH.

En este caso, podríamos distinguir entre paciente “*navie*”, que se refiere a los que no haya recibido ninguna dosis de ningún fármaco para tratar TDAH durante más de siete días consecutivos a lo largo de su vida y que no haya recibido dosis de ningún medicamento para tratar el TDAH durante más de dos días consecutivos en los 30 días previos a evaluación, y los pacientes “*en tratamiento*”, que serían los pacientes que no cumplan la condición *navie* y que siguen con los criterios de inclusión expuestos anteriormente. Por otra parte, deberán haber abandonado el tratamiento farmacológico durante al menos 24 horas antes de cualquier evaluación neuropsicológica y con el previo acuerdo de su médico responsable.

Inicialmente, esta muestra estaba compuesto por 28 niños y niñas diagnosticados por alguna clase diagnóstica de TDAH pero durante el estudio

se descartaron 7 por dos motivos: 3 porque se medicaron el día de la evaluación y 4 porque los registros fueron malos.

Al final, observamos en la Tabla 1 que el grupo está formado por 21 participantes donde la edad media fue 9,94 (1,36), el mínimo 7,10 y el máximo 13,10.

Tabla 1. Participantes grupo clínico.

	Varones	Niñas	Total
Clínicos			
TDAH-CO	11	1	12
TDAH-IN	3	5	8
TDAH-NE	0	1	1
Total	14	7	21

Nota: TDAH-CO = TDAH combinado, TDAH-IN = TDAH inatento, TDAH-NE = TDAH No especificado.

Cabe destacar que, cinco niños tomaban medicación regularmente pero se controló que 24 horas antes de la evaluación no la hubieran tomado.

Grupo control.

Los criterios de inclusión para esta muestra fueron:

- No haber tenido ningún diagnóstico del ámbito de la psicología infantil, de la discapacidad psíquica, ni de los trastornos de aprendizaje.

- No haber presentado una especial problemática grave comportamental o de rendimiento académico a juicio de su tutor escolar.
- No haber presentado problemas sociofamiliares o de otra índole que desaconsejen su inclusión como “participante control”.

En la Tabla 2 observamos que el grupo inicial estuvo formado por 43 participantes pero finalmente sólo 30 registros fueron válidos. Los motivos de descarte fueron: 7 tuvieron una CSAT mala, en 5 hubo problemas de registro o grabación de datos y 1 tuvo un problema de visión. La edad media fue 9,85 (1,48), de la cual el mínimo es 7,21 y el máximo 12,12.

Tabla 2. Participantes grupo control.

Curso	Varones	Niñas	Total
2°	2	5	7
3°	1	1	2
4°	4	5	9
5°	3	3	6
6°	2	4	6
Total	12	18	30

Finalmente, no en todas las condiciones de evaluación (ver más adelante el procedimiento) se dispone de los 30 registros por algunos problemas técnicos. En concreto, sólo en la condición de ojos abiertos estuvieron los 30 registros, hubo 29 en ojos cerrados y 28 en la condición de la tarea atencional CSAT.

A continuación, la Tabla 3 nos ofrece las características de la muestra final.

Tabla 3. Muestra final de participantes en el estudio.

	Varones	Niñas	Total
Clínicos			
TDAH-CO	11	1	12
TDAH-IN	3	5	8
TDAH-NE	0	1	1
Total	14	7	21
Controles	12	18	30

Nota: TDAH-CO = TDAH combinado, TDAH-IN = TDAH inatento, TDAH-NE = TDAH No especificado.

En total tuvimos 21 pacientes clínicos, entre los cuales 12 tenían TDAH combinado, 8 TDAH inatento y 1 TDAH No especificado, y 30 controles. En la realización de los cálculos, no ha habido diferencias entre sexos (67% varones) ni en grupo clínico ni en grupo control.

Instrumentos.

El aparato de evaluación utilizado para la evaluación de la actividad cerebral eléctrica fue ENOBIO donde podemos encontrar las especificaciones técnicas en la siguiente página web: <http://www.neuroelectrics.com/products/enobio/> . Utilizamos la tecnología inalámbrica que nos ofreció ENOBIO para grabar señales del cerebro en 8 canales y nos permitió registrar EEG con el objetivo prioritario de medir la

amplitud en uV o el power de la ratio Theta/Beta (RATIO T/B) en las localizaciones cerebrales Fp1, Fp2, F3, C3, Fz, F4, C4 y, especialmente, Cz.

Además, en ambas muestras, también se utilizó la prueba CSAT, instrumento normalizado para niños entre 6/7 y 11/12 años, utilizado con el objetivo de medir la atención sostenida en un paradigma de vigilancia. Las características de la prueba son:

- Funcionamiento: se le presenta en una pantalla de ordenador, de forma sucesiva y aleatoria, números del 0 al 9 y cada vez que aparezca un 6 y, seguidamente, un 3 debe responder apretando la barra de espaciado del teclado.
- Medidas obtenidas: puntuaciones directas de aciertos, tiempo de reacción a los aciertos y errores de comisión. A partir de las puntuaciones de aciertos y errores, se obtienen el índice paramétrico de capacidad atencional (d'), el índice que expresa el estilo o sesgo de respuesta del sujeto (C) y el índice no paramétrico de capacidad atencional (A'), basados en la teoría de detección de señales.
- Características de la prueba:
 - (a) Target o estímulo objetivo es el doble, y sería la presencia de un 3 precedido por un 6.
 - (b) La respuesta corresponde en apretar la barra de espacio del ordenador cada vez que se dé el target.
 - (c) El número de estímulos que se presentan en pantalla son 600.

(d) La duración del estímulo en pantalla son 250 milisegundos.

(e) El intervalo interestimular es de 500 milisegundos.

(f) El porcentaje de presentaciones de target, que sería la combinación de 6-3, se da en el 30% de parejas que aparecen durante toda la prueba.

(g) La duración total de la prueba es de 7 minutos y 30 segundos.

(h) El número máximo de aciertos es 90.

(i) El número máximo de errores de comisión son 100 ya que el cálculo de los índices combinados exige un límite pero el número es ilimitado, más allá de 100 errores pueden ser considerados “extremos” y, por tanto, esta puntuación define un punto de corte.

En el caso de la muestra clínica, se utilizaron otras medidas para asegurarnos que los niños continuaban con “problemas” independientemente del diagnóstico en TDAH y el tratamiento farmacológico que puedan seguir:

–ADHD-IV Rating Scale-IV (ADHD RS.IV) de DuPaul et al. (1998) para padres y maestros. Una escala basada en los criterios DSM-IV de TDAH que tiene dos medidas: inatención e hiperactividad/impulsividad, aplicándose tanto a padres como a maestros. La normalización utilizada es propia con 1.500 niños (Servera & Cardo, 2007). A los ítems de esta escala se añadirá las conductas que sirven de base para el diagnóstico del trastorno

negativista desafiante en el DSM-IV y, en el caso de los maestros, una medida de rendimiento académico.

–Barkley Functional Impairment Scale – Children and Adolescent (BFIS-CA) de Barkley (2012) para padres. Es una medida de afectación de la vida del niño en distintos ámbitos. Las puntuaciones obtenidas son en 15 ámbitos específicos como, por ejemplo, padres, hermanos y compañeros; actividades de la comunidad; rendimiento escolar, etc. Al final, se obtienen dos puntuaciones globales: las dificultades en el hogar/escuela (9 ámbitos) y las dificultades en la comunidad/tiempo libre (6 ámbitos). Finalmente, hay otras ocho cuestiones adicionales que proporcionan más información como el tipo específico de afectación, deterioro de las relaciones con las amistades, la participación comunitaria, el deporte, el rendimiento académico y el ajuste social.

Procedimiento.

En el caso de la muestra control se procedió del siguiente modo. Primero, se contactó con escuelas interesadas en participar en el proyecto y los tutores de cada curso fueron los responsables de verificar que se cumplieran los criterios de inclusión a priori. Seguidamente, se hizo llegar un consentimiento informado a los padres y los que lo devolvieron firmado entraron a formar parte del estudio. El proceso de evaluación se llevó a cabo en sus centros escolares, en una habitación donde, previamente, se comprobó que se cumplieran los mínimos requisitos para registros correctos.

Para la muestra clínica, los niños fueron derivados de unidades de psiquiatría y psicología clínica infantil de hospitales y centros universitarios. Una vez detectado un niño que cumpla con el diagnóstico de TDAH, se informó a los padres del estudio y se les dio el consentimiento informado para que lo devolvieran firmado. Si no se disponía de la información de las escalas ADHD-RS-IV (de padres y tutores) y BFIS-CA (de padres). Una vez se confirmó que se cumplen todos los criterios, se pasó al proceso de evaluación que, en este caso, lo llevarían a cabo en los laboratorios del Instituto Universitario de Investigaciones en Ciencias de la Salud, en el campus de la Universidad de las Islas Baleares.

Una vez seleccionados, el proceso de evaluación consistió en realizar un EEG a cada participante durante tres condiciones experimentales:

- Mantener los ojos abiertos mirando un punto fijo (una cara sonriente) durante 2 minutos en la pantalla del ordenador.
- Estar con los ojos cerrados durante 2 minutos.
- Realizar una prueba CSAT, que dura aproximadamente 7 minutos y 30 segundos.

Los registros fueron filtrados mediante la respuesta al impulso (*finite impulse response*, FIR) de paso de banda finito con las frecuencias de corte establecidas a 1,5 y 45 Hz. El objetivo de esta etapa fue eliminar componentes de bajos Hz derivados de movimientos lentos y artefactos, así como el ruido de línea de potencia e interferencias musculares.

La metodología utilizada para la corrección basada en EOG, la corrección de artefactos verticales, como el parpadeo principalmente, es el análisis de componentes independientes (*Independent Component Analysis*, ICA). Los canales frontales Fp1 y Fp2 se registraron y utilizaron como canales de EOG de referencia pero en la condición de ojos cerrados no se aplicó la metodología de corrección EOG.

Para realizar el canal de referencia, se hizo el promedio de C3, Fz, Cz, F3, F4 y C4 y se utilizó como tal, utilizándolo con el fin de aumentar la relación señal a ruido. Además, el rechazo de artefactos se ejecutó descartando, en el análisis posterior, las épocas que contienen muestras con valores mayores que 50uVs.

Para finalizar, se realizaron épocas de tiempos cortos en el EEG ya que se considera que es pseudo-estacionario. Sobre el registro de los canales de referencia, se dividió en épocas de dos minutos con un 50% de superposición. La tendencia lineal de todas las épocas extraída se retiró y se degradaron posteriormente.

Se extrajeron las bandas vinculadas tradicionalmente a las diferencias entre niños con TDAH y controles que son: Theta, Alpha y Beta. A continuación, en la Tabla 4 se expone un cuadro con los diferentes anchos de banda (Hz) utilizado y que denominación de banda se ha utilizado, además de su acrónimo para este estudio.

Tabla 4. Descripción Bandas.

Banda	Ancho de Banda (Hz)	Acrónimo
Theta	4-8	T
Alpha	8-13	A
Theta Alta / Alpha Baja	6-10	TA
Beta Global	13-35	Bg
Beta Baja	13-20	Bb
Beta Alta	20-35	Ba
Ratio Ta/Ba		RTaBa

El cálculo de las potencia de banda fue realizado por parte de los ingenieros de la empresa Starlab, mediante el convenio de colaboración suscrito con la UIB, concretamente con el grupo de investigación de Desarrollo y Psicopatología de la UIB. Un aspecto relevante del trabajo inicial de colaboración con Starlab fue que la ratio tradicional de las ondas Theta y Beta, es decir, la ratio basada en un ancho de banda de Theta de 4-8 y de Beta de 13-35 no ofreció diferencias estadísticamente significativas pero se deducía que había una tendencia evidente. La tendencia señalaba que las diferencias se hacían más pronunciadas en las partes altas de Theta y de Beta. De este modo se redefinió una nueva ratio Theta/Beta, que correspondería la ratio Theta alta/Beta alta (ratio Ta/Ba), basándose en la amplitud de banda que refiere la tabla 4.

El procedimiento que siguió Starlab para calcular la potencia de cada banda se resume del siguiente modo:

1. Se calculó la PSD (*Power Spectral Density*) en todo el espectro con las unidades $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$.
2. Se integró en cada una de las bandas definidas anteriormente por separado y las unidades ahora son μV^2 .
3. Se dividió por el ancho de cada una de las bandas (expresado en Hz) para saber la potencia media del valor en μV^2 . Aquí, las unidades son $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$.
4. Calcularon la potencia global en $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$ para una banda definida entre 4 y 40 Hz, para normalizar, y dividieron la potencia de cada ancho de banda por esta potencia global.

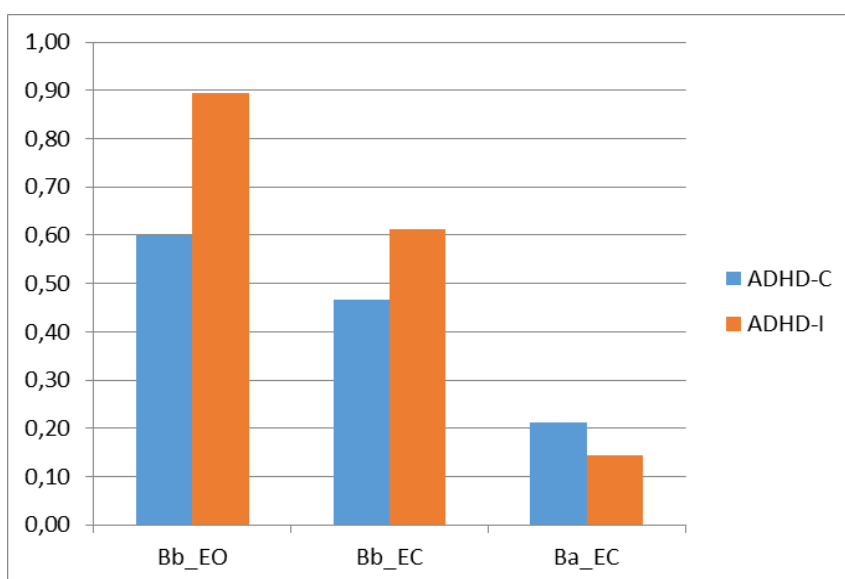
Resultados.

En este apartado vamos a exponer los principales resultados hallados en distintas secciones. En primer lugar, analizaremos las medias de potencia de onda entre los diferentes grupos. En segundo lugar, comprobaremos si la Ratio Theta/Beta puede diferenciar los participantes del grupo control y clínico mediante la curva ROC.

Diferencias entre el grupo clínico y el grupo control en la potencia de onda.

Antes de abordar las diferencias entre clínicos y controles, y a pesar de que los subgrupos eran muy pequeños, analizamos las diferencias de medias en potencia de onda entre los niños diagnosticados con TDAH combinado y los diagnosticados con TDAH Inatento. En la Gráfica 1 aparecen las medidas en donde encontramos diferencias estadísticamente significativas.

Gráfica 1. Diferencias estadísticamente significativas entre el grupo TDAH Combinado y TDAH Inateno.

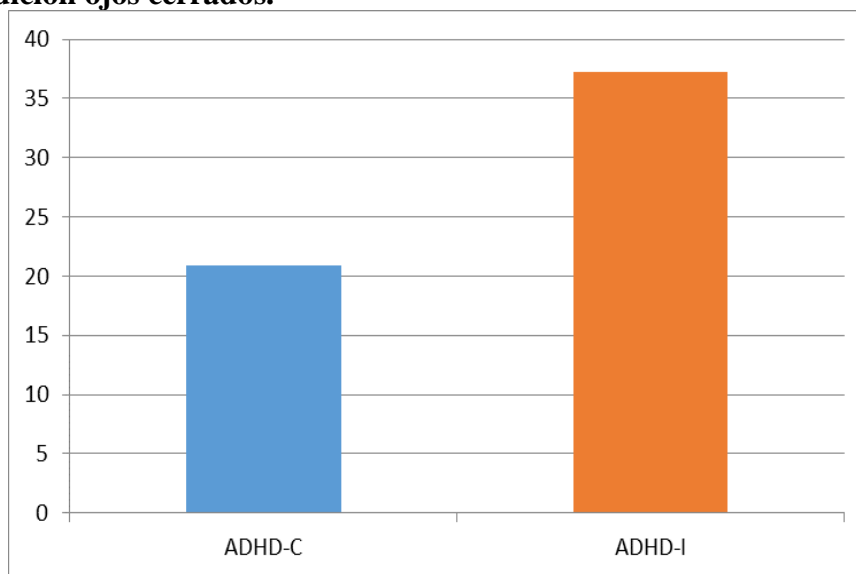


Nota: Bb_EO (Beta Baja en ojos abiertos), Bb_EC (Beta Baja en ojos cerrados), Ba_EC (Beta Alta en ojos cerrados), ADHD-C (TDAH combinados) y ADHD-I (TDAH inatentos).

Las únicas diferencias significativas entre combinados e inatentos se dieron en dos medidas: Beta Baja (ojos abiertos y cerrados) y Beta Alta (ojos cerrados). En el primer caso, la tendencia fue que los inatentos presentan mayor potencia de Beta Baja, y en el segundo caso se invierte la tendencia y la potencia es superior en los combinados.

A continuación, en la Gráfica 2 se ofrecen la única diferencia estadísticamente significativa entre los grupos combinado e inatento en la Ratio Ta/Ba.

Gráfica 2. Diferencias significativa entre combinados e inatentos en la ratio Ta/Ba en la condición ojos cerrados.



Nota: ratio Ta/Ba (Ratio Theta Alta/Beta Alta), ADHD-C (TDAH combinados) y ADHD-I (TDAH inatentos).

Como se observa en la anterior gráfica, el grupo inatento ha presentado una ratio Ta/Ba más elevada que el grupo combinado, sin embargo esta diferencia sólo ha sido significativa en la condición de ojos cerrados.

A pesar de algunas diferencias observadas entre combinados e inatentos, dado que eran subgrupos muy pequeños, se decidió continuar la

comparación entre el grupo clínico y los controles, agrupando todos los sujetos con diagnóstico en TDAH, sin diferenciar por subtipos.

En la Tabla 5 se puede observar las diferencias entre los grupos clínico y control en la potencia de onda en la condición de ojos abiertos.

Tabla 5. Comparación de medias de potencia de ondas en la condición ojos abiertos.

	Clínicos		Controles		<i>t</i>	<i>d</i>
	M	DE	M	DE		
Theta	3,95	0,84	3,86	0,76	0,40	0,11
Alpha	1,87	0,60	1,64	0,47	1,53	0,43
Theta Alta (Ta)	3,05	0,76	2,45	0,48	3,46**	0,97
Beta Global	0,48	0,12	0,53	0,12	1,46	0,41
Beta Baja	0,71	0,30	0,65	0,14	0,96	0,27
Beta Alta (Ba)	0,24	0,12	0,33	0,15	2,28*	0,64
Ratio Ta/Ba	17,47	11,09	9,46	4,65	3,55**	0,99

* $p < .05$, ** $p < .01$ Nota: Ratio Ta/Ba = Ratio Theta Alta/Beta Alta.

Como podemos ver, las diferencias en la potencia de onda entre el grupo clínico y el control se han producido en tres medidas registradas. Las principales se han detectado en Theta Alta y en la ratio Ta/Ba, con tamaños del efecto grandes, cercanos al valor 1,00. La diferencia en Beta Alta también ha sido estadísticamente significativa pero con un tamaño del efecto moderado (0,64). La tendencia es que el grupo clínico presenta una mayor potencia en Theta Alta, menor en Beta Alta y una ratio con mayor potencia.

En el resto de ondas, aunque no haya habido diferencias estadísticamente significativas, cabe destacar dos tamaños del efecto cercanos

al punto de corte para ser considerados moderados: en Alpha el grupo clínico presenta una potencia superior y en Beta Global menor.

En la tabla 6 aparece la misma comparación anterior, sólo que esta vez en la condición de ojos cerrados.

Tabla 6. Comparación de medias de potencia de ondas en la condición ojos cerrados.

	Clínicos		Controles		<i>t</i>	<i>d</i>
	M	DE	M	DE		
Theta	3,36	0,71	3,16	0,75	0,95	0,27
Alpha	2,53	0,58	2,50	0,78	0,15	0,04
Theta Alta (Ta)	3,66	0,89	3,05	0,96	2,29*	0,64
Beta Global	0,42	0,11	0,44	0,14	0,54	0,15
Beta Baja	0,52	0,16	0,49	0,13	0,73	0,21
Beta Alta (Ba)	0,18	0,08	0,27	0,17	2,25*	0,63
Ratio Ta/Ba	27,18	14,52	18,05	13,17	2,32*	0,65

* $p < .05$, ** $p < .01$ Nota: Ratio Ta/Ba = Ratio Theta/Beta.

Los resultados son prácticamente coincidentes a los de la condición de ojos abiertos, aunque en este caso los tamaños del efecto son menores. Así, las diferencias significativas se encuentran en Theta Alta, Beta Alta y en la ratio Ta/Ba, pero los tamaños del efecto sólo son moderados (alrededor de 0.64). La tendencia es la misma: el grupo clínico presenta mayor potencia en Theta Alta y ratio y menor en Beta Alta.

A continuación, en la tabla 7, aparecen las comparaciones en potencia de onda referidas a la condición de realización de la tarea de atención CSAT.

Tabla 7. Comparación de medias de potencia de ondas en la condición durante la realización de la CSAT.

	Clínicos		Controles		<i>T</i>	<i>D</i>
	M	DE	M	DE		
Theta	4,12	0,64	4,15	0,83	0,14	0,04
Alpha	1,71	0,38	1,50	0,33	2,07*	0,59
Theta Alta (Ta)	2,94	0,51	2,55	0,48	2,74**	0,78
Beta Global	0,49	0,13	0,52	0,14	0,77	0,22
Beta Baja	0,58	0,15	0,56	0,14	0,48	0,14
Beta Alta (Ba)	0,24	0,10	0,30	0,14	1,67***	0,47
Ratio Ta/Ba	16,52	7,66	11,14	6,03	2,75**	0,78

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p = .05$. Nota: Ratio Ta/Ba = Ratio Theta/Beta.

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en Theta Alta y en la ratio Ta/Ba, con tamaños del efecto muy cercanos pero no superiores al punto de corte que los considera grandes (0,80). Además, las diferencias en Beta Alta no han llegado a ser significativas pero por muy poco, con un tamaño del efecto casi moderado. La tendencia es la habitual: los clínicos presentan mayor potencia en Theta Alta y en la ratio y menor en Beta Alta. Finalmente, otra diferencia significativa se ha dado en Alpha, donde los clínicos presentan una potencia mayor, con un tamaño del efecto moderado.

La detección de participantes del grupo clínico y del grupo control a partir de la Ratio Theta Alta/Beta Alta (ratio Ta/Ba).

El procedimiento que seguimos fue el siguiente. En cada una de las tres condiciones experimentales buscamos la puntuación de corte de la potencia de

la ratio Ta/Ba que presentara los mejores niveles de sensibilidad y especificidad. Es decir, los más equilibrados a partir de un porcentaje como mínimo igual al 70% en la clasificación de los sujetos en clínicos y controles.

En el caso de la condición Ojos Abiertos, en la Tabla 8 aparece el valor del punto de corte, la sensibilidad, especificidad, el Área por Debajo de la Curva (AUC) y la significación.

Tabla 8. Resultados en la condición de Ojos Abiertos.

Power	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	AUC	p =
12.4850	71%	73%	.789	.000

Nota: AUC = Área por Debajo de la Curva y Power = Punto de Corte

Lo que se puede observar es que la potencia relativa con valor 12,49 presenta una Sensibilidad y Especificidad similar (el 71% de los sujetos clínicos, presentan una ratio por encima del punto de corte y el 73% de los sujetos controles, presentan una ratio por debajo del punto de corte). Además, la probabilidad de que sean clasificados correctamente como “clínicos” y “controles”, es estadísticamente significativa ($p < .05$). El valor de AUC es de 78,9%, lo cual indica que el punto de corte puede ser calificado como “bueno”.

La Tabla 9 ofrece la matriz de confusión de la ratio Ta/Ba para la condición de Ojos Abiertos.

Tabla 9. Matriz de confusión (en porcentajes) basada en el punto de corte de la ratio Ta/Ba, en la condición de ojos abiertos.

Punto de corte	Control	Clínico	Poder Predictivo
Negativo	73,3	28,6	79
Positivo	26,7	71,4	65
	E = 73	S = 71	

Nota: E = Especificidad y S = Sensibilidad.

En la tabla anterior, observamos que los valores de Poder Predictivo Positivo (PPP) que presentan un ratio superior al punto de corte son un 65% y el valor de Poder Predictivo Negativo (PPN) que presentan una ratio inferior al punto de corte es de 79%. En definitiva, el punto de corte es mejor detectando controles que detectando clínicos pero la diferencia no es muy importante.

Por lo que respecta a la condición de ojos cerrados, en la Tabla 10 observamos el valor del punto de corte, la sensibilidad, especificidad, AUC y la significación.

Tabla 10. Resultados en la condición de Ojos Cerrados.

(Power)	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	AUC	p =
19.3500	71.4%	69.0%	.701	.016

Nota: AUC = Área por Debajo de la Curva y Power = Punto de Corte.

En este caso, la Sensibilidad y la Especificidad son un poco más bajas, lo cual ha afectado a la AUC que baja casi 9 puntos porcentuales en comparación con la condición anterior, aunque sigue siendo significativa. El

valor está por debajo del 75% y, por tanto, se considera un punto de corte “regular” tendiendo a “bueno”.

En la siguiente Tabla 11 aparece la matriz de confusión de la ratio Ta/Ba en la condición de ojos cerrados.

Tabla 11. Matriz de confusión (en porcentajes) basada en el punto de corte de la ratio Ta/Ba en la condición de ojos cerrados.

Punto de corte	Control	Clínico	Poder Predictivo
Negativo	69,0	28,6	77
Positivo	31,0	71,4	63
	E = 69	S = 71	

Nota: E = Especificidad y S = Sensibilidad.

Los valores del PPP y PPN son prácticamente similares a los hallados en la condición anterior, aunque a la hora de detectar sujetos clínicos y controles con la ratio Ta/Ba, la condición Ojos Abiertos es ligeramente algo mejor esta condición.

Por lo que respecta a la última condición experimental (cuando los niños realizaron la tarea de atención CSAT) en la tabla 12 presenta los valores del punto de corte, la sensibilidad, especificidad, el AUC y la significación.

Tabla 12. Resultados en la condición CSAT.

Power	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	AUC	p =
11.9800	71.4%	75.9%	.734	.005

Nota: AUC = Área Debajo de la Curva y Power = Punto de Corte.

Podemos observar que la potencia relativa con valor 11,98 presenta una Sensibilidad y Especificidad similares, ya que 71,4% de los sujetos clínicos presentan una ratio por encima y 75,9% de los sujetos controles presentan una ratio por debajo del punto de corte y, la probabilidad de que sean clasificados correctamente, es estadísticamente significativa ($p < .05$).

Como podemos ver, los valores son muy similares a las anteriores condiciones, la AUC se encuentra en el 73,4%. Este valor está en la frontera de considerarse el punto de corte “bueno”.

En la siguiente tabla 13, se presenta la tabla de contingencias de la ratio Ta/Ba en la condición CSAT.

Tabla 13. Matriz de confusión (en porcentajes) basada en el punto de corte de la ratio Ta/Ba en la condición CSAT.

Punto de corte	Control	Clínico	Poder Predictivo
Negativo	75,9	28,6	79
Positivo	24,1	71,4	68
	E = 76	S = 71	

Nota: E = Especificidad y S = Sensibilidad.

Los resultados son muy similares a las condiciones anteriores. En este caso, el PPN es del 79% (igual que ojos abiertos y algo superior a cerrados) y el PPP es del 68% (algo superior a ojos abiertos y cerrados).

Discusión.

El diagnóstico del TDAH es eminentemente clínico y, en cierto modo, conflictivo. Entre los múltiples intentos de encontrar pruebas más objetivas que ayuden a realizarlo, encontramos el uso del EEG cuantitativo. El objetivo principal del presente trabajo ha sido comparar la potencia de ondas cerebrales en un grupo clínico con TDAH y un grupo control a partir de una hipótesis establecida hace mucho tiempo, pero con datos inconsistentes: los niños con TDAH tienden a presentar una potencia mayor que los controles en Theta y menor en Beta, de modo que su ratio Theta/Beta debería ser significativamente menor.

Para ello hemos realizado un estudio en el que había dos grupos de participantes: el control y el clínico. En el primero, eran sujetos que no tenían ningún tipo de diagnóstico en el ámbito de psicología infantil y, el segundo grupo, estaba compuesto por niños con diagnóstico de TDAH. Además, tenían que cumplir unos criterios de inclusión y variables a controlar explicados en el apartado de participantes.

El procedimiento que seguimos, para poder evaluar la potencia de ondas, fue realizar un EEG, a todos los participantes, en tres condiciones experimentales diferentes: ojos abiertos, ojos cerrados y CSAT. De esta forma intentábamos cubrir las tres grandes condiciones experimentales en los que ha sido probada las diferencias en EEG, es decir, en estado de reposo pero con ojos abiertos, con ojos cerrados y haciendo alguna actividad cognitiva (tarea atencional CSAT).

Los análisis de han centrado en las diferencias en la potencia de onda relativa. Nosotros hemos seleccionado la posición Cz (la más habitual en todos los estudios) y hemos referenciado a todos los canales activos (esta es una acción más variable entre los distintos artículos). El análisis inicial de los registros se basó en la definición tradicional de las ondas Theta y Beta, sin embargo, se trata de un ancho de banda relativamente subjetivo que ha variado también entre estudios. Tras unos primeros análisis nos dimos cuenta que los niños con TDAH y controles podían diferir especialmente en la parte alta de las ondas Theta (metiéndose ya en el ancho de banda de Alpha: 6-10 Hz) y en la parte alta de las ondas Beta (una amplitud entre 20-35 Hz, cuando Beta normalmente abarca entre 13-35 Hz).

Con esta condición de análisis asumida, las diferencias en potencia de onda han seguido un perfil similar en las tres condiciones experimentales y favorable a las hipótesis previstas. Esto es, el grupo clínico ha presentado, de modo similar en las tres condiciones experimentales, mayor potencia de Theta Alta y menor potencia de Beta Alta, lo que ha resultado, evidentemente, en una ratio Ta/Ba superior. Desde un punto de vista aplicado, estos datos electrofisiológicos podrían interpretarse bajo la perspectiva de que los niños clínicos, tanto en situación de reposo como en actividad cognitiva, presentan cierta preponderancia de las ondas Theta/Alpha, las relacionadas, entre otros muchos aspectos, con cierta disfunción atencional, mientras por el contrario presentan una menor potencia en las ondas Beta (especialmente Beta Alta), que están relacionadas con mayor actividad cognitiva, capacidad de concentración

y de trabajo. Refuerza esta tendencia el hecho de que también en el análisis de la potencia de las ondas Alpha se ha detectado una superioridad (significativa o tendente a la significación) en el grupo clínico.

De nuestros datos, no se desprende que haya una especial diferencia en ninguna de las tres condiciones experimentales, lo cual también puede tener consecuencias prácticas, puesto que es mucho más fácil un registro en reposo, que además sólo dura entre dos y tres minutos. Consideramos que es muy destacable que con un tipo de registro tan sencillo, corto en duración y basado en 6 posiciones se llegue a un punto que es factible discriminar, de modo significativo, entre niños con diagnóstico en TDAH y controles.

En las tres condiciones se han conseguido buenos niveles de sensibilidad y especificidad. En términos medios, el 71% de los niños con diagnóstico en TDAH han estado por encima del punto de corte de la ratio Ta/Ba, mientras entre el 69% y el 73% de los niños controles han estado por debajo. En la misma línea, pero visto con otra perspectiva, también podemos concluir que entre el 63% y el 68% de los niños que han estado por encima del punto de corte de la ratio Ta/Ba han sido del grupo clínico, mientras entre el 77% y 79% de los que han estado por debajo han sido del grupo control. Por tanto, estos datos son bastante favorables al uso del EEG como herramienta de apoyo para el diagnóstico del TDAH.

Ahora bien, nuestro estudio presenta algunas limitaciones para esta conclusión. La primera es que las muestras no son excesivamente grandes. Por tanto, tendríamos que replicar los datos con un mayor número de sujetos,

especialmente clínicos. Además, dentro de este grupo hemos observado algunas diferencias significativas que también deberían explorarse en el futuro con muestras mayores. Nos referimos al hecho de que el subgrupo clínico con diagnóstico en TDAH inatento ha presentado, de modo significativo, mayor potencia en la banda Beta Baja (en las condiciones de ojos cerrados y abiertos, pero no en la CSAT) y menor en Beta Alta (ojos cerrados). En la ratio Ta/Ba, la más importante para nuestro estudio, también los inatentos han presentado mayor potencia de onda (si bien sólo en ojos cerrados). En conclusión, las diferencias no son consistentes en todas las condiciones, ni en todas las ondas, sin embargo apuntan a la posibilidad de que la afectación que puede medir el EEG se centra más en el componente inatento del TDAH, que en el hiperactivo/impulsivo. Ello sería hasta cierto punto lógico, puesto que en la medida de Theta y Beta fundamentalmente buscamos una analogía con el funcionamiento atencional, sin embargo, nuestros datos se basan en sólo 8 niños inatentos por 12 de combinados.

Otra limitación, o al menos un aspecto a tener muy presente, es que hay que pensar muy detenidamente en el ancho de banda que define cada onda. Ello ha variado entre los distintos estudios, pero en nuestro caso tal vez se produce una de las aportaciones más curiosas y es que hemos estirado, hasta niveles superiores lo que hemos denominado Theta Alta (que en realidad es una medida mixta de Theta y Alpha) y Beta Alta (que en realidad se acerca a niveles máximos de actividad cognitiva, todavía lejanos a Gamma, pero también muy por encima de las ondas de baja frecuencia). Con ello ofrecemos

una nueva posibilidad de análisis de datos para todos aquellos que utilicen el EEG como herramienta complementaria para el diagnóstico de TDAH.

Otras limitaciones a señalar, pero bastante inherentes a este tipo de estudios son las siguientes: en el grupo clínico hubo un porcentaje de registros no evaluables del 14% y al añadir los participantes eliminados por tomar medicación la pérdida total es de 25%, es decir, bastante elevada. En el grupo control hubo una pérdida total de 30% de los registros basados en: un rendimiento muy deficiente en la CSAT (16%), en el registro no evaluable (12%) y un niño con problemas de visión que tuvo dificultades en la tarea.

A pesar de todas estas limitaciones, que deben ser tenidas en cuenta, la conclusión fundamental es que las hipótesis previstas se han cumplido, y que realmente la supuesta disfunción atencional de los niños con TDAH es relativamente visible con el registro EEG en un porcentaje bastante significativo de ellos.

Referencias.

- APA (1994/2000). *DSM-IV-TR. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. Barcelona: Masson.
- Arns, M., Conners, C. K. & Kraemer, H. C. (2013). A decade of EEG Theta/Beta Ratio Research in ADHD: A Meta-Analysis. *Journal of Attention Disorders*, 17(5), 374-383. doi: 10.1177/1087054712460087
- Barkley, R. A. (2012). *Barkley Functional Impairment Scale: Children and Adolescents (BFIS-CA)*. New York: Guilford.
- Chabot, R. J., di Michele, F. & Prichep, L. (2005). The role of quantitative electroencephalography in children and adolescent psychiatric disorders. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 14(1), 21-+. doi: 10.1016/j.chc.2004.07.005
- Cornelio-nieto, J. O., Borbolla-sala, M. E., & Gallegos-dimas, A. (2011). Alteraciones electroencefalográficas en niños con trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Rev Neurol*, 52(Supl 1), 97-101.
- Daley, K. C. (2004). Update on attention-deficit/hyperactivity disorder. *Current Opinion in Pediatrics*, 16(2), 217-226.
- DuPaul, G. J., Power, J. T., Anastopoulos, A. D. & Reid, R. (1998). *ADHD-Rating Scales DSM-IV for parents and teachers*. New York: Guilford.
- Loo, S. K. & Making, S. (2012). Clinical utility of EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder: a research update. *Neurotherapeutics*, 9(3), 569-587. doi: 10.1007/s13311-012-0121-z

- Loo, S. K., Cho, A., Hale, T. S., McGought, J., MacCracken, J. & Smalley, S. L. (2013). Characterization of the Theta to Beta Ratio in ADHD: Identifying Potential Sources of Heterogeneity. *Journal of Attention Disorders*, 17(5), 384-392. doi: 10.1177/1087054712468050
- Mirsky, A. F., & Duncan, C. C. (2001). A nosology of disorders of attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 931(1), 17-32.
- Monastra, V.J., Lubar, J.F. y Linden, M. (2001). The development of a quantitative electro-encephalographic scanning process for attention deficit-hyperactivity disorder: reliability and validity studies. *Neuropsychology* 15, 136–144
- Servera, M. (2012). *Actualización del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en niños*. Formación continuada a Distancia en Psicología (FOCAD). Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Psicólogos.
- Servera, M. & Cardo, E. (2007). ADHD Rating Scale-IV in a sample of Spanish schoolchildren: Normative data and internal consistency for teachers and parents. *Revista de Neurología*, 45, 393-399.
- Servera, M. & Llabrés, J. (2004). *CSAT: Children Sustained Attention Task (manual y CD-Room)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Snyder, S. M. & Hall, J. R. (2006). A meta-analysis of quantitative EEG power associated with attention-deficit hyperactivity disorder. *J Clin Neurophysiol*, 23(5), 440-455.

- Snyder, S.M., Quintant, H., Sexson, S. B., Knott, P., Haque, A. F. & Reynolds, D. A. (2008). Blinded, multicenter validation of EEG and rating scales in identifying ADHD within a clinical sample. *Psychiatry Res*, 159(3), 346-358. doi: 10.1016/j.psychres.2007.05.006
- Zametkin, A. J. and Ernest. M. (1999). *Problems in the management of attentional-deficit-hyperactivity disorder*. N. Engl. J. Med. 340;40-46.