



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA
(NEUROCIENCIAS DE LA CONDUCTA)

**EVALUACIÓN CONDUCTUAL Y ELECTROFISIOLÓGICA DEL NIÑO CON
TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH)**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN PSICOLOGIA

PRESENTA:
CAROLINA TÉLLEZ VILLAGRA

TUTOR PRINCIPAL
DRA. MATILDE VALENCIA FLORES
FACULTAD DE PSICOLOGÍA CIUDAD UNIVERSITARIA

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2021



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.

PROFESORES SINODALES

DRA. MATILDE VALENCIA FLORES_____

PRESIDENTE

DR. CARLOS MANUEL CONTERAS PÉREZ_____

SECRETARIO

DR. JOSÉ HUMBERTO NICOLINI SÁNCHEZ_____

VOCAL

DRA. MARÍA DOLORES RODRÍGUEZ ORTIZ_____

SUPLENTE

DR. GABRIEL ROLDÁN ROLDÁN_____

SUPLENTE

AGRADECIMIENTOS

GRACIAS A LA VIDA, QUE ME HA DADO TANTO

GRACIAS A RENE, MI ESPOSO, POR SU CARIÑO, APOYO Y POR COMPARTIR TODO.

GRACIAS A LOS NIÑOS CON TDAH POR ILUMINARME CON SUS ENSEÑANZAS.

GRACIAS A MI PADRE Y A MI MADRE POR SU FORTALEZA Y SENTIDO DE LOGRO

GRACIAS A LA DRA MATILDE POR ENSEÑAR CON EL EJEMPLO.

GRACIAS A MIS SINODALES POR-DARME LUZ EN EL PEREGRINAR.

UN AGRADECIMIENTO ESPECIAL CON MUCHO CARIÑO AL DR. CARLOS MANUEL CONTRERAS PÉREZ, QUIEN ORDENÓ Y REDACTÓ LA TESIS EN DOS SECCIONES, LO QUE PERMITIÓ DESTACAR LA IMPORTANCIA DE LOS RESULTADOS.

AGRADECIMIENTO Y RECONOCIMIENTO ESPECIAL AL ÁREA LOGÍSTICA Y ADMINISTRATIVA DEL POSGRADO DE LA FACULTAD DE PSICOLOGÍA

GRACIAS A LA UNAM, INSTITUCIÓN QUE PERMITE LA CREACIÓN, LA INNOVACIÓN Y LA LIBERTAD DE PENSAMIENTO.

CONTENIDO

1. RESUMEN. 9
2. ABSTRACT. 12
3. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO DE TESIS. 15
4. INTRODUCCIÓN. 16
5. SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN 24
6. PRIMERA PARTE. ESTUDIO 1. DETERMINACIÓN DE PERFILES DE ATENCIÓN EN NIÑOS CON TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD 24
 - 6.01 HIPÓTESIS PRINCIPAL. 24
 - 6.02 HIPÓTESIS SECUNDARIAS. 25
 - 6.03 OBJETIVO GENERAL. 25
 - 6.04 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 25
7. MÉTODOS. 25
 - 7.01 CARACTERÍSTICAS DE LOS PARTICIPANTES. 25
 - 7.02 PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO. 27
 - 7.03 DISEÑO. 28
 - 7.05 PRUEBAS PSICOLÓGICAS. 28
 - 7.07 PROCESOS DE ATENCIÓN EVALUADOS ASOCIADOS A LAS VARIABLES MEDIDAS EN LA PRUEBA T.O.V.A. 31
 - 7.08 MEDICIONES Y COVARIANTES. 32
 - 7.09 PROCEDIMIENTO. 34
 - 7.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO. 34

- 8. RESULTADOS. 35**
 - 8.01 ATENCIÓN EN LA CONDUCTA NATURAL. 36**
 - 8.02 ATENCIÓN VISUAL Y AUDITIVA EN LAS PRUEBAS DE EJECUCIÓN CONTINÚA. 38**
 - 8.03 ATENCIÓN AUDITIVA. 39**
 - 8.04 ATENCIÓN VISUAL. 39**
- 9. ANÁLISIS ADICIONALES. 41**
- 10. CONCLUSIONES PARIALES. 43**
- 11. SEGUNDA PARTE. ESTUDIO 2 DETERMINACIÓN DE PERFILES DE POTENCIA ABSOLUTA (PA) DEL EEGC EN DOS GRUPOS CON TDAH-C CLASIFICADOS POR SU ATENCIÓN A ESTÍMULOS AUDITIVOS Y VISUALES 45**
 - 11.01 HIPÓTESIS PRINCIPAL 45**
 - 11.02 HIPÓTESIS SECUNDARIAS 46**
 - 11.03 OBJETIVO GENERAL 46**
 - 11.04 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 46**
- 12. MÉTODOS 49**
 - 12.01 CARACTERÍSTICAS DE LOS PARTICIPANTES. 49**
 - 12.02 PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO. 51**
 - 12.03 TAMAÑO, POTENCIA Y PRECISIÓN DE LA MUESTRA. 52**
 - 12.04 DISEÑO DEL ESTUDIO. 52**
 - 12.05 MEDICIONES Y COVARIANTES. 54**
 - 12.06 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN ELECTROFISIOLÓGICA. 54**
 - 12.07 APARATOS Y EQUIPO 54**
 - 12.08 PROCEDIMIENTO. 55**
 - 12.09 ANÁLISIS DEL EEGC. 56**
 - 12.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO. 56**
- 13. RESULTADOS. 57**

- 13.01** VARIABLES DE LA ATENCIÓN AUDITIVA Y VISUAL EN EL G1 Y G2 59
- 13.02** DIFERENCIA EN LOS PROCESOS DE ATENCIÓN VISUAL Y AUDITIVA ENTRE LOS GRUPOS G1 Y G2 59
- 13.03** ELECTROENCEFALOGRAMA CUANTITATIVO EEGC 61
- 13.04** GRUPO G1: POTENCIA ABSOLUTA E ÍNDICES ELECTROENCEFALOGRÁFICOS 62
- 13.05** POTENCIA ABSOLUTA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS (1 Hz A 30 Hz) G1 65
- 13.06** GRUPO 2. POTENCIA ABSOLUTA E ÍNDICES ELECTROENCEFALOGRÁFICOS 71
- 13.07** POTENCIA ABSOLUTA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS (1Hz A 30 Hz) G2 76
- 13.08** COMPARACIÓN ENTRE LOS GRUPOS G1 Y G2 82
- 13.09** DIFERENCIA ENTRE G1 Y G2 DE LA POTENCIA ABSOLUTA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS (1 Hz A 30 Hz). 84
- 14.** ANÁLISIS ADICIONALES 87
- 14.01** VINCULACIÓN MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE DE LA PA DESVIADA DE LA NORMA Y LOS PROCESOS DE ATENCIÓN DIFERENTES SIGNIFICATIVAMENTE ENTRE LOS GRUPOS G1 Y G2. 87
- 14.02** VINCULACIÓN DEL EEGC Y LAS VARIABLES DEPENDIENTES: ATENCIÓN VISUAL, AUDITIVA Y EN LA CONDUCTA NATURAL. 89
- 14.03** EN DETALLE LAS VARIABLES PREDICTORAS DE LA ATENCIÓN VISUAL O ÍNDICE GLOBAL DE ATENCIÓN VISUAL. 89
- 14.04** EN DETALLE LAS VARIABLES PREDICTORAS DE LA ATENCIÓN AUDITIVA O ÍNDICE GLOBAL DE ATENCIÓN AUDITIVA. 90
- 14.05** EN DETALLE LAS VARIABLES PREDICTORAS DE LA ATENCIÓN EN LA CONDUCTA NATURAL, TDAH-C, AUDITIVA, SUBESCALA DA+HI. 90
- 15.** DISCUSIÓN. 93
- 16.** CONCLUSIONES 103
- AGRADECIMIENTO 103
- REFERENCIAS. 105

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.**Tablas**

- Tabla 1.** ALTERACIONES EN LA POTENCIA ABSOLUTA (PA) DEL ELECTROENCEFALOGRAMA CUANTITATIVO (EEGC) EN NIÑOS CON TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH) COMPARADOS CONTRA CONTROLES. **19**
- Tabla 2.** ÁREA CORTICAL EN LA QUE SE REGISTRARON LAS ALTERACIONES EN LA POTENCIA ABSOLUTA DEL EEGC EN LOS NIÑOS CON TDAH COMPARADOS CONTRA CONTROLES. **20**
- Tabla 3.** VARIABLES DEPENDIENTES, VARIABLES INDEPENDIENTES Y EL VALOR DEBAJO DE LA NORMA EN CADA UNA DE ELLAS. **33**
- Tabla 4.** PUNTUACIÓN EN LAS SUBESCALAS DE EDAH NORMALIZADA POR GRADO ESCOLAR. **35**
- Tabla 5.** VALORES DE SIMETRÍA Y DE CONCENTRACIÓN DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES. **36**
- Tabla 6.** ATENCIÓN EN LA CONDUCTA NATURAL, DE NIÑOS CON TDAH MEDIDA CON EDAH-PADRES Y MAESTROS. **38**
- Tabla 7.** ATENCIÓN AUDITIVA EN PRUEBA TOVA-A EN NIÑOS CON TDAH. **39**
- Tabla 8.** ATENCIÓN VISUAL EN PRUEBA TOVA-V EN NIÑOS CON TDAH. **40**
- Tabla 9.** VARIABLES DE ATENCIÓN VISUAL Y AUDITIVA Y PROCESOS ASOCIADOS EN EL G 1 **58**
- Tabla 10.** VARIABLES DE ATENCIÓN VISUAL Y AUDITIVA Y PROCESOS ASOCIADOS EN EL G 2 **59**
- Tabla 11.** POTENCIA ABSOLUTA DE BANDA-FRECUENCIA DESVIADA DE LA NORMA EN EL GRUPO 1 **62**
- Tabla 12.** ÍNDICE DE ALERTAMIENTO EN EL G1 DE NIÑOS CON TDAH-C **64**
- Tabla 13.** POTENCIA ABSOLUTA DE FRECUENCIAS AISLADAS (1 HZ A 30 HZ) DESVIADAS SIGNIFICATIVAMENTE DE LA NORMA EN EL G1. **70**
- Tabla 14.** POTENCIA ABSOLUTA DE BANDA-FRECUENCIA DESVIADA DE LA NORMA EN EL GRUPO 2. **72**
- Tabla 15.** ÍNDICES ELECTROENCEFALOGRÁFICOS DE ATENCIÓN Y DE TDAH DESVIADOS DE LA NORMA EN EL GRUPO 2 **74**

- Tabla 16.** ÍNDICE DE ALERTAMIENTO EN EL G2. 75
- Tabla 17.** PA CON DESVIACIÓN DE LA NORMA POR DISMINUCIÓN O INCREMENTO EN LAS FRECUENCIAS AISLADAS (1 HZ A 30 HZ) EN EL G2 78
- Tabla 18.** POTENCIA ABSOLUTA BANDA-FRECUENCIA-DERIVACIÓN DIFERENTE SIGNIFICATIVAMENTE ENTRE LOS G1 Y G2. 83
- Tabla 19.** ÍNDICES ELECTROENCEFALOGRÁFICOS DE ATENCIÓN Y DE TDAH DIFERENTES SIGNIFICATIVAMENTE ENTRE LOS GRUPOS G1 Y G2. 83
- Tabla 20.** POTENCIA ABSOLUTA DE FRECUENCIAS AISLADAS (1 HZ A 30 HZ) DIFERENTES SIGNIFICATIVAMENTE ENTRE LOS GRUPOS G2 Y G1. 85

Figuras

- Figura 1.** FLUJO DE INTERCONSULTAS DEL PACIENTE PARA RECIBIR DIAGNÓSTICO DE TDAH 26
- Figura 2.** ATENCIÓN EN LA CONDUCTA NATURAL (EDAH). 37
- Figura 3.** VARIABLES INDEPENDIENTES INFLUYENTES O PREDICTORAS DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES 43
- Figura 4.** FLUJO DE PARTICIPANTES A TRAVÉS DE CADA ETAPA DEL ESTUDIO. 48
- Figura 5.** PROCESOS DE ATENCIÓN VISUAL EN G1 Y G2 60
- Figura 6.** PROCESOS DE ATENCIÓN AUDITIVA EN G1 Y G2 61
- Figura 7.** DERIVACIONES CON POTENCIA ABSOLUTA DESVIADA DE LA NORMA EN G1. 63
- Figura 8.** ÍNDICES ELECTROENCEFALOGRÁFICOS DE ATENCIÓN Y DE TDAH EN EL MAPEO CEREBRAL DE CADA NIÑO DEL G1. 65
- Figura 9.** MAPEO CEREBRAL DE PA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS EN CADA UNO DE LOS NIÑOS DEL G1. 66
- Figura 10.** MAPEO CEREBRAL DE PA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS EN CADA UNO DE LOS NIÑOS DEL G1. 67
- Figura 11.** MAPEO CEREBRAL DE PA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS EN CADA UNO DE LOS NIÑOS DEL G1. 68
- Figura 12.** MAPEO CEREBRAL DE PA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS EN CADA UNO DE LOS NIÑOS DEL G1. 69

- Figura 13.** DERIVACIONES CON POTENCIA ABSOLUTA DE BANDA-FRECUENCIA DESVIADA DE LA NORMA EN EL G2. 73
- Figura 14.** ÍNDICES ELECTROFISIOLÓGICOS DE ATENCIÓN Y DE TDAH EN EL MAPEO CEREBRAL DE CADA NIÑO DEL G2. 76
- Figura 15.** MAPEO CEREBRAL DE POTENCIA ABSOLUTA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS DE CADA NIÑO DEL G 2. 79
- Figura 16.** MAPEO CEREBRAL DE POTENCIA ABSOLUTA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS DE CADA NIÑO DEL G 2. 80
- Figura 17.** MAPEO CEREBRAL DE POTENCIA ABSOLUTA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS DE CADA NIÑO DEL G 2. 81
- Figura 18.** MAPEO CEREBRAL DE POTENCIA ABSOLUTA DE LAS FRECUENCIAS AISLADAS DE CADA NIÑO DEL G 2. 82
- Figura 19.** POTENCIA ABSOLUTA BANDA—FRECUENCIA-DERIVACIÓN Y DE LAS FRECUENCIAS-AISLADAS-DERIVACIÓN EN G1 Y G2. 86
- Figura 20.** VARIABLES INDEPENDIENTES INFLUYENTES O PREDICTORAS DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES. 92

RESUMEN

Introducción: El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) tiene como síntomas cardinales inatención, hiperactividad e impulsividad causados por alteración en la plasticidad cortical en el cerebro en desarrollo de etiología múltiple manifestados en varios dominios. Las alteraciones inespecíficas en el electroencefalograma clínico (EEG) se hacen más evidentes y medibles en el cuantitativo (EEGc). El reporte frecuente y controvertido es de incremento en la potencia absoluta (PA) de las bandas lentas (delta y theta) y disminución de las rápidas, especialmente beta; que implica una maduración diferente respecto a los niños sanos. Aunque se han propuesto como marcadores biológicos del trastorno el incremento razón Theta/beta (controvertido en el TDAH de presentación combinado); así como la variabilidad y el tiempo de respuesta en pruebas de ejecución continua, clínicamente, se sigue diagnosticando por síntomas conductuales según DSM-IV-TR y desde 2013 por DSM-5; o aplicando escalas calificadas subjetivamente, por padres, educadores, o personal de salud, sobre observaciones de la conducta natural de los niños. Es necesario valorar los síntomas cardinales de TDAH en al menos tres dominios: electroencefalográfico, en situación de prueba y en la conducta natural.

Objetivo General: Evaluar en los niños con TDAH los tres síntomas cardinales del trastorno: inatención, hiperactividad e impulsividad en tres dominios: conducta natural, situación de prueba visual y auditiva; y EEGc.

Objetivos específicos: Valorar en los niños con TDAH en situación de prueba la atención visual y auditiva con sus procesos y diferenciarlos de los síntomas de inatención, hiperactividad e impulsividad en la conducta natural.

Identificar la potencia absoluta del EEGc (PA) desviada de la norma de las bandas de frecuencia delta, theta, alfa, beta 1, 2, 3 y beta alta en las 19 derivaciones del EEGc, en reposo con ojos cerrados, como variables independientes.

Valorar la influencia de las variables independientes sobre la atención visual, auditiva y en la conducta natural, incluyendo la hiperactividad y la impulsividad como fallas de atención a la inhibición y

realización del movimiento respectivamente.

Medir los índices electrofisiológicos de TDAH (razón PA theta/beta); atención (razón PA theta/alfa), Alertamiento (razón PA alfa ojos cerrados/alfa ojos abiertos), y Reactividad (razón Pa alfa ojos abiertos/alfa ojos cerrados)

Identificar PA desviada de la norma de las frecuencias aisladas de 1 Hz a 30 Hz a en las 19 derivaciones corticales según el sistema 10-20 en el EEGc, en reposo con ojos cerrados, como mediciones precisas.

Método: Es un estudio prospectivo por conveniencia (descriptivo en la primera parte de la tesis y experimental en la segunda parte). Incluyó 49 niños varones de 7a 11 años, con $CI \geq 85$, sin otro padecimiento neurológico, psiquiátrico o neuropsicológico, con EEG clínico sin paroxismos ni grafo elementos compatibles con epilepsia, sin tomar medicamento durante la valoración, con diagnóstico multidisciplinario de TDAH y carta de consentimiento informado. Los voluntarios fueron valorados en los tres síntomas cardinales del trastorno: inatención, hiperactividad e impulsividad, en la conducta natural (EDAH) y en situación de prueba visual (TOVA-V) y auditiva (TOVA-A). En la segunda parte de la tesis el EEGc se registró y analizó en 14 niños con TDAH de presentación combinado (confirmado por el nivel de atención, hiperactividad e impulsividad), divididos en dos grupos de siete niños, pareados en todas las variables, pero con diferente atención visual; en G1 dentro de límites normales y en G2 con inatención visual. En condición de reposo con ojos cerrados, se midió la PA de las bandas frecuencia delta, theta, alfa, beta 1, 2, 3 y beta alta; así como de las frecuencias aisladas (1 a 30 Hz) y tres índices electrofisiológicos: TDAH (razón Theta/beta), atención (razón Theta/alfa y de alertamiento (razón alfa ojos cerrados/ alfa ojos abiertos) en las 19 derivaciones del sistema 10-20. La PA desviada de la norma significativamente en las bandas-frecuencia-derivación se usaron como variables predictoras o influyentes de las variables dependientes atención visual, auditiva y en la conducta natural.

Resultados: De los 49 niños se excluyeron 20 (9 por no cumplir todos los criterios de inclusión y 11 por no aceptar dejar de tomar el medicamento durante la valoración). Siete fueron de presentación inatento; tres de presentación hiperactivo / impulsivo y 19 de presentación combinado. Los 29 niños tuvieron inatención auditiva y 19 inatención visual; siete de ellos fueron de presentación combinado. Ninguno tuvo

deficiencia auditiva reportada en expediente y los que necesitaron lentes los usaron. Los grupos G1 y G2 difirieron significativamente en el EEGc y en inatención visual; mostrando mayor desviación de la norma el G2. La inatención auditiva también fue más baja en el G2, pero no fue significativa. Tuvo PA con disminución en todas las bandas en área posterior, excepto en la región parietal que tuvo incremento. Se encontró PA con disminución e incremento en las frecuencias aisladas. razón theta/beta y theta/alfa con disminución por incremento de alfa y beta y razón de alertamiento cercano a la unidad (rango de .90 a 1.56), con disminución en temporal derecho (T6) y bilateral en región occipital (O1 y O2) en ojos cerrados y abiertos. En tanto que el G1 tuvo PA banda delta incrementada en anterior (Fp1, F7), PA incrementada en las frecuencias aisladas especialmente en parietal. Los índices electrofisiológicos de razón Theta/beta y Theta/alfa dentro de límites normales; razón de alertamiento cercana a la unidad (rango de .88 a 1.45) con disminución en frontal derecho (F8) y bilateral en región occipital (O1 y O2) con los ojos abiertos. El índice de reactividad difirió entre G1 y G2 en bioccipital y temporal derecho.

Conclusión: Para tener un diagnóstico integral, es necesario evaluar a los niños con TDAH en tres dominios: a) conducta natural, b) prueba visual y auditiva y c) EEGc. Los tres síntomas cardinales del trastorno se midieron como fallas en atención a la información, externa e interna; así como a la realización e inhibición del movimiento lo que genera impulsividad e hiperactividad respectivamente. Fue posible identificar dos grupos de niños con TDAH-c dependiendo de su capacidad de atención a las pruebas visuales y auditivas, lo cual tuvo una consonancia en el análisis de PA en el EEGc.

Se sugieren la PA de banda-frecuencia y de frecuencias aisladas en Parietal junto con variabilidad y tiempo de repuesta como biomarcadores en los niños con TDAH-c

Palabras clave: TDAH-c, PA bandas delta, theta, alfa, beta, PA de frecuencias aisladas 1-30 Hz, TOVA, EDAH.

ABSTRACT:

Introduction: The Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) has as cardinal symptoms inattention, hyperactivity and Impulsivity caused by alteration of cortical plasticity in the developing brain of multiple etiology, manifested in several domains. Nonspecific alterations in the clinical electroencephalogram (EEG) become more evident and measurable in the quantitative one (QEEG). The frequent and controversial report is an increase in the absolute power (AP) of the slow bands (delta and theta) and a decrease in the fast bands, specially beta which implies a different maturation compared to healthy children. Although they have been proposed as biological markers of the disorder, the Theta/beta ratio increase (controversial in ADHD with combined presentation); as well as variability and response and time in tests of continuous performance, clinically, it continues to be diagnosed by behavioral symptoms according to DSM-IV-TR and since 2013 DSM-5; or applying subjectively rated scales by parents, teachers or health personnel, on observations of the natural behavior of children. It is necessary to assess the cardinal symptoms of ADHD in at least three domains: electrophysiological, in test situation and in natural behavior.

General Objective: To evaluate in children with ADHD the three cardinal symptoms of the disorder: inattention, hyperactivity, and Impulsivity in three domains: natural behavior, visual and auditory test situation, and QEEG.

Specific objectives: To assess visual and auditory attention with their processes in children with ADHD in a test situation and to differentiate them from the symptoms of inattention, hyperactivity, and Impulsivity in natural behavior.

To identify the absolute power (AP) of the QEEG deviated from the norm of the frequency bands delta, theta, alpha, beta 1, 2, 3, and high beta in the 19 derivations of the QEEG, at rest with eyes closed as independent variables.

Assess the influence of independent variables on visual, auditory, and natural behavior attention.

Including hyperactivity and Impulsivity such as failures of attention to inhibition and performance of the movement respectively

Measure the electrophysiological indices of ADAD (PA theta/beta ratio).

Identify AP deviate from the norm of the isolated frequencies of 1 Hz to 30 Hz in the 19 cortical derivations according to the 10-20 system in the QEEG, at rest with eyes closed, as precise measurements.

Method: It is a prospective study for convenience (descriptive in the first part of the tesis and experimental in the second part). It included 49 boys from 7 to 11 years old, with $IQ \geq 85$, without other neurological, psychiatric, or neuropsychological disease, with clinical EEG without paroxysms or graph elements compatible with epilepsy, without medication during the evaluation, with multidisciplinary diagnosis of ADHD and informed consent. The volunteers were evaluated in the three cardinal symptoms of the disorder: inattention, hyperactivity, and impulsivity, in natural behavior (EDAH) and in a visual (TOVA-V) and auditory (TOVA-A) test situation. In the second part of the tesis, the QEEG was recorded and analyzed in 14 boys with ADHD of combined presentation (confirmed by the level of attention, hyperactivity, and impulsivity), divided into two groups of seven boys, matched in all variables, but different visual attention; in G1 within normal limits and in G2 with visual inattention. In resting condition with closed eyes, the AP of the frequency bands delta, theta, Alpha, beta 1, 2, 3, and high beta was measured; as well as isolated frequencies (1 Hz to 30 Hz) and four electrophysiological indices: ADHD (theta/beta ratio), attention (theta/alpha ratio), alertness (alpha closed eyes/ alpha open eyes ratio), and reactivity (alpha open eyes/alpha closed eyes ratio) in the 19 cortical derivations of the system 10-20. The AP significantly deviated from de norm in the bands-frequency-derivation were used as predictive or influencing variables of the dependent variables: visual, auditory and natural behavior attention.

Results: Of the 49 boys, 20 were excluded (9 because they did not meet all the inclusión criterio and 11 because they did not agree to stop taking medication during assessment). Seven were inattentive presentation; three with Hyperactive/impulsive presentation and 19 with combined presentation. None had hearing impairment reported in the record and those who needed glasses used them. Groups G1 and G2

differed significantly in the QEEG and in visual inattention, showing the greatest deviation from the norm in G2. The auditory inattention was more deviate of the norm in G2 but, without significance. G2 had AP with a decrease in all posterior bands-frequency, except in the parietal region, which had an increase. AP was found with a decrease and increase in the isolated frequencies. Theta/beta, and theta/alpha ratio with decrease due to increase in alpha and beta frequencies. The alerting indice was close to unity (range .90 to 1.56), with decrease in right temporal (T6) and bilateral in occipital region (O1, O2) in eyes closed and open. While G1 had an increased delta band AP in anterior (Fp1, F7), increased AP in isolated frequencies, specially in parietal. The electrophysiological indices theta/beta and theta/alpha ratio within normal limits; alert ratio close to unity (range .88 to 1.45) with decrease in right frontal (F8) and bilateral occipital region (O1, O2) with open eyes. The reactivity indice was different between G1 and G2 in bioccipital and temporal right regions.

Conclusión: To have a comprehensive diagnosis, it is necessary to evaluate boys with ADHD in three domains: a) natural behavior, b) visual and auditory test, and c) QEEG. The three cardinal symptoms of the disorder were measured as failures in attention to information external and internal; as well as performance and inhibition of movement, which generated Impulsivity or hyperactivity respectively. It was possible to identify two groups of boys with ADHD-c depending on their attention span to visual and auditory test, which was consistent in analysis of AP in the QEEG.

Frequency band and isolated frequency AP are suggested in Parietal together with variability and response time as biomarkers in boys with ADHD-c.

Key Words: ADHD-c, AP bands delta, theta, alpha, beta, isolated frequencies 1-30Hz, TOVA, EDAH.

PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO DE TESIS

El Trastorno por Déficit de atención e Hiperactividad (TDAH) es un trastorno infantil que produce mala calidad de vida en el paciente y requiere atención multidisciplinaria, ya que genera problemas familiares, económicos, escolares y de asistencia médica y psicológica (Ruiz-García, Gutiérrez-Moctezuma, Garza-Morales, y de la Peña-Olvera, F., 2005). Desde luego que es relevante el daño a la autoimagen y autovaloración del paciente. En la Clínica de Especialidades de Neuropsiquiatría del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) de la Ciudad de México, en donde se realizó el presente estudio, este grupo representa el 45% (en proporción de 12 niños por 1 niña) de la población infantil atendida. La Clínica tiene como misión valorar integralmente, diagnosticar, tratar y solucionar padecimientos neurológicos, psiquiátricos, neuropsicológicos y psicológicos de los pacientes. Los niños con TDAH de 6 a 14 años son valorados, diagnosticados y tratados en la “Clínica de TDAH pediátrica” dentro de la misma Unidad Médica, creada en 2008. Actualmente el diagnóstico del trastorno se hace atendiendo a los síntomas conductuales observados, en la conducta natural o de todos los días, por los padres, maestros, tutores o por personal de salud, implicando subjetividad. El presente estudio pretende proponer una manera diferente de diagnosticar disfunciones en los niños con TDAH, al plantear como substancial el valorar los tres síntomas cardinales (inatención, hiperactividad e impulsividad) vinculándolos con marcadores biológicos obtenidos en el electroencefalograma cuantitativo (EEGc), con marcadores biológicos obtenidos en situación de prueba (en modalidad visual y auditiva) y con lo observado en la conducta natural valorado con listas de cotejo y escalas normadas. Se plantea la impulsividad como una falla de la atención al movimiento, por lo que ocurre antes de tiempo y a la hiperactividad como una falla en la atención dirigida a detener o inhibir el movimiento. En el avance en el conocimiento de los mecanismos de este trastorno hace falta la medición objetiva de los síntomas cardinales del TDAH vinculados al EEGc, lo que podría ayudar a entender mejor el trastorno, dar solución y seguimiento a los pacientes que lo padecen. En la primera parte de la Tesis se caracteriza una muestra de niños con TDAH valorados en las tres dimensiones señaladas y en la segunda parte se realiza un diseño experimental con un subgrupo de esos niños, que tuvieron TDAH de presentación combinado.

INTRODUCCIÓN

El TDAH es frecuente en niños en edad escolar, la prevalencia a nivel mundial fluctúa entre 2% y 7% (Sayal, Prasad, Daley, Ford y Coghill, 2018); en México varía entre 9.11%, y 23.4% según el estado de la república considerado (Cruz Alcalá, Ramos Herrera, Gutiérrez Paredes, Márquez García, Ramírez Jiménez, Razo Macías, y Sepúlveda Barba, 2010; Cornejo-Escatell, Fajardo-Fregoso, López-Velázquez, Soto-Vargas, y Ceja-Moreno, 2015; Gallardo-Saavedra, Martínez-Wbaldo y Padrón-García, 2019; Carazo Vargas, Hernández López, Cruz Velazco, Domínguez García, Reynoso Trujeque y Martínez Sánchez, 2021).

En el DSM-5 (2013) el TDAH se clasifica como un trastorno del neurodesarrollo con un patrón característico de síntomas cardinales que consisten en inatención, hiperactividad e impulsividad. Algunos de estos síntomas aparecen antes de los 12 años. El criterio diagnóstico implica la persistencia de síntomas en los últimos seis meses, que ocurran en dos o más escenarios distintos, regularmente son desadaptativos e impiden el funcionamiento o el desarrollo y no pueden explicarse mejor por otro padecimiento.

Cabe señalar que el concepto de TDAH y por tanto el criterio diagnóstico no ha sido el mismo desde que apareció su descripción por primera vez a principio del siglo pasado (Still, 1902), aunque ya había sido previamente descrito por dos médicos (Crichton, 1789; Hoffmann, 1844) de forma independiente. Para una revisión, ver Téllez-Villagra, Valencia Flores y Beauroyre Hajar, 2011. La presentación del trastorno es mundial (Baumgaertal, 1994; Wolraich et al., 1996, 1998; Montiel-Nava et al., 2002) con pequeñas variaciones en la presentación y en la comorbilidad causadas por factores educativos, económicos, sociales y culturales, entre otros aspectos.

Actualmente, se asume que los síntomas del TDAH podrían ser causados por la alteración de mecanismos de plasticidad cortical en el cerebro en desarrollo por etiología múltiple. Se han señalado factores genéticos (Swanson, et al., 1998, 2000; Faraone, Biederman, y Monuteaux, 2000; Faraone, Perlis, y Doyle, 2005; Ramos-Quiroga, Ribasés-Haro, Bosh-Munsó, Cormand-Rifá, y Casas, 2005; Zhou, Asherson, Sham, et al., 2008; Zhou,

Dempfle, Arcos-Burgos, et al., 2008; Doyle et al., 2008; Thapar, 2018). También alteraciones pre, peri y posnatales específicamente el que la madre fume durante el embarazo; así como una puntuación menor que siete en Apgar a un minuto después del nacimiento (Schwenke, Fasching, Faschingbauer, Pretscher, Kehl, Peretz, et al., 2018). Desde luego, alteraciones de la estructura y función del sistema nervioso central (Lou, Hnriksen, y Brunh, 1984; Filipek, Semrud-Clikerman, y Steingerd, 1997; Overmeyer et al., 2001; Castellanos et al., 2002; Castellanos y Acosta, 2004; Valera, et al., 2007; Soliva-Villa y Vilarroya-Oliver, 2009;) cuya interacción repercute en los patrones de conectividad neuronal (Liston, Malter Cohen, Teslovich, Levenson y Casey, 2011) y por tanto podrían ser visibles en el EEGc (Galiana-Simal, Vecina-Navarro, Sánchez-Ruiz y Vela-Romero, 2020). Rodríguez-Martínez, Angulo-Ruiz, Arjona-Valladares, Rufo, Gómez-González, & Gómez, (2020) reportaron que el incremento en la PA del ritmo delta y disminución del ritmo beta apoya la idea de que los niños con TDAH tienen una forma de maduración diferente al niño sano. Otros autores señalaron disminución de la PA de ritmos rápidos, especialmente del ritmo Beta y aumento en los ritmos lentos delta y theta (Bashiri, Shahmoradi, Beigy, Savareh, Nosratabadi, Sharareh, et al., 2018; Newson & Thiagarajan, 2018; Clarke, Barry & Johnstone, 2020) en estado de reposo.

La Potencia Absoluta (PA) es una de las posibles medidas obtenidas en el EEGc, se define como el área bajo la curva de la amplitud en función de la frecuencia, la unidad de medida es μV^2 y representa la energía que contiene todo el espectro (PATotal) del EEGc, la contenida en una banda de frecuencia particular, PA Delta, Theta, Alfa y Beta; así cada una de ellas es el área total promedio de Delta, Theta, Alfa o Beta; o puede ser promedio por rangos: PA Beta 1 (12Hz-15Hz), Beta 2 (15Hz-18Hz), Beta 3 (18Hz-25 Hz) y Beta alta (25Hz-30Hz); Alfa Baja (8 Hz-10 Hz, Alfa alta (10Hz-12 Hz), o bien por frecuencias aisladas (PA 1 Hz, 2 Hz ...12Hz, 13Hz...30Hz) (Kopell, Kramer, Malerba & Whittington, 2010).

Tanto el electroencefalograma clínico (EEG) (Barry, Clarke & Johnstone, 2003; 2020) como la PA en el EEGc (Clarke, Barry & Johnstone, (2020) realizados en estado de reposo con ojos cerrados (Clarke, Barry, Dupuy, McCarthy, Selikowitz & Heaven, 2011), en reposo con ojos abiertos (Ortiz-Pérez & Moreno-García, 2015), durante la ejecución de una tarea de atención (Cheng, Shen, Tu, Zhang & Dong, 2016) y durante la ejecución de la prueba TOVA (Halawa, El Sayed, Amin, Meguid & Abdel Kader, 2017) han aportado

información controvertida de la actividad eléctrica cerebral y de la sintomatología cognitiva y comportamental de los niños con TDAH (ver tabla 1 y tabla 2); sin embargo en general se acepta que hay un incremento de la PA en los ritmos lentos (Delta y Theta) y una disminución de la PA en los rápidos (Alfa y Beta) (Clarke, Barry, McCarthy & Selikowitz, 2001). Aunque existe cierta controversia en cuanto a la distribución cortical, el aumento de la actividad theta ocurre principalmente en la corteza frontal (Mann et al., 1992; Chabot et al., 1996), o en la posterior (Clarke et al. 1998, 2001b, 2001c); mientras que la disminución de la PA de alfa y beta es más aparente en la corteza cerebral posterior (Mann et al. 1992; Clarke et al. 1998; 2001b; 2001c). Es probable que la controversia se deba a la heterogeneidad de maduración observada en los niños con TDAH, y resulta importante porque pudiera implicar alteración en algunos procesos de atención ya que no todos se desarrollan al mismo tiempo (Rueda, Fan, McCandess, Halpering, Gruber, Lercari & Posner, 2004)

En una revisión Barry, Johnstone & Clarke (2003) reportaron, que la razón entre PA Theta/Alfa, y Theta/Beta permitió discriminar entre niños con déficit de atención con y sin hiperactividad. Los niños sin hiperactividad tuvieron mayor PA Theta/Alfa; mientras que los niños con hiperactividad tuvieron mayor la proporción Theta/Beta. La PA de Beta total y el incremento de theta registrada en reposo con ojos cerrados tuvo 89% de sensibilidad y 79.6 % de especificidad para diagnosticar TDAH y exactitud de 87% en la clasificación de niños con TDAH de 8 a 12 años en condiciones de reposo con ojos cerrados (Magee, Clarke, Barry, McCarthy & Selikowitz, 2005). La Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés) ha sugerido el uso del índice PA Theta/Beta como marcador biológico que debe integrarse a la varolación clínica de niños con TDAH (Snyder & Rugino, 2015).

En una amplia revisión reciente, hecha en 2018, Newson & Thiagarajan confirmaron que la razón PA de Theta/ PA de Beta es una característica en niños con TDAH; sin embargo, para la presentación combinado aún hay desacuerdo de su uso como marcador biológico, ya que al comparar Theta/Beta entre los de presentación inatento y combinado hubo diferencias significativas, sosteniéndose para los niños de presentación inatento, pero no para los de presentación combinado (Buyck & Wiersema, 2014). En la revisión se argumentó que en los trabajos analizados el incremento en la PA de la razón Theta/Beta se

debió a incremento en Theta y disminución de Beta, o a incremento en Theta sin variación de Beta, e incremento en ambos ritmos, pero siendo mayor el de Theta, por lo que no recomiendan su uso como única medida (Newson & Thiagarajan, 2018). La tabla 1, resume las características de PA en niños con TDAH. El análisis de PA indica diferencias en el EEGc con respecto a niños sanos. Las diversas alteraciones descritas se centran en los ritmos de las bandas alfa, beta y theta. Son escasas las diferencias encontradas en la banda delta. Además, las diferencias dependen del tipo de presentación de TDAH.

Tabla 1.

Alteraciones en la potencia absoluta (PA) del electroencefalograma cuantitativo (EEGc) en niños con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) comparados contra controles.

TDAH O EQUIVALENTE	RESULTADO EN EL EEGC	AUTOR Y AÑO
Hiperactividad	Mayor PA de theta	Satterfield et al. 1972
Hiperactividad	Menor PA alfa y beta	Dykman et al. 1982
Daño cerebral mínimo	Mayor PA de delta en posterior	Matousek et al. 1983
Daño cerebral mínimo	Mayor proporción PA theta/ alfa	Matousek et al. 1983
TDAH	Mayor PA de actividad theta en frontal	Mann et al., 1992; Chabot et al. 1996 a*.
TDAH	Mayor actividad theta y mayor PA de delta en posterior	Clarke et al. 1998, 2001b, 2001c
TDAH	Menor PA de alfa y beta en posterior	Mann et al. 1992; Clarke et al. 1998, 2001b, 2001c
TDAH	Mayor proporción PA theta/ alfa	Lubar et al. 1991; Janzen et al. 1995; Clarke et al. 1998, 2001b, 2001c.
TDAH	Mayor PA theta, alfa y beta	Chabot et al., 1996,* 1999*
TDAH-C (15% a 20% de los niños)	Mayor PA beta	Clarke et al. 2001c, 2001d.
TDAH-C	Tres perfiles distintos de PA para las frecuencias y su localización	Clarke et al. 2001
TDAH-I	Dos perfiles distintos de PA para las frecuencias y su localización	Clarke et al. 2002
TDA y TDAH	Mayor PA theta y menor PA alfa y beta	Barry et al. 2003
TDAH	Establece sensibilidad, especificidad y exactitud de la potencia absoluta del EEG-C para el TDAH	Magee et al. 2005

En la tabla se presentan únicamente las alteraciones encontradas en PA del EEGc, comparados contra control y * comparados contra la norma. TDAH-C = de presentación combinado, TDAH-I = de presentación inatento.

Tabla 2.

Área cortical en la que se registraron las alteraciones en la potencia absoluta del EEGc en los niños con TDAH comparados con controles.

TDAH	Área Cortical	Alteración	Autor y año
TDAH contra la norma (DSM-III)	Frontal y frontal en la línea media Difusa Parietal y temporal posterior	Mayor PA theta y Mayor PR theta y alfa Menor frecuencia media alfa y beta Asimetría inter-hemisférica	*Chabot & Serfontein, 1996
TDAH-C ₁	Todas (19 registradas con sistema 10/20)	Menor PR alfa y beta + Mayor PR delta y theta + Mayor PA theta + Mayor proporción PA theta /PA beta	Clarke et al. 2001 _a
TDAH-C ₂	Todas (19 registradas con sistema 10/20) Fronto-central Centro-parietal Posterior	Menor PR alfa + Mayor PR theta + Mayor proporción PA theta/ PA beta Menor PR beta Mayor PR alfa Menor PA en todas las frecuencias	Clarke et al. 2001 _a
TDAH-C ₃	Todas (19 registradas con sistema 10/20) Fronto-central	Mayor PR beta y Menor PR alfa + Mayor proporción PA theta/ PA beta Mayor PA de todas las frecuencias + Menor PR alfa	Clarke et al. 2001 _a
TDAH-C	Todas (19 registradas con sistema 10/20) Posterior	Mayor PA delta y theta Menor PA beta Mayor PR theta Menor PR alfa	Clarke et al. 2002 _b
TDAH-I ₁	Todas (19 registradas con sistema 10/20) Frontal y posterior	Mayor PR theta y Menor PR beta y PR alfa normal Mayor PR theta	Clarke et al. 2002 _a
TDAH-I ₂	Todas (19 registradas con sistema 10/20) Frontal Posterior	Mayor PA alfa y theta y Menor PR alfa Mayor PA en todas las frecuencias Menor PA en todas las frecuencias	Clarke et al. 2002 _a

Se describen algunos estudios para mostrar la localización, únicamente, de la alteración en las potencias absoluta y relativa contra control y * contra la norma. PA= potencia absoluta, PR= potencia relativa.

La PA de la actividad EEGc ha permitido además diferenciar el trastorno entre niños y niñas (Mowlem, Rosenquist, Martin, Lichtenstein, Asherson & Larsson, 2019); entre diferente presentación de TDAH (Aldemir, Ozdemir, Per & Canpolat, 2017; Ghaderi, Nazari, Shahrokhi & Darooneh, 2017) y proponer el registro en situación de reposo con ojos cerrados como la técnica más adecuada para la valoración de la PA debido a que hay menor interferencia por movimiento de los ojos y menor distracción ocasionada por

el ambiente (Congredo & Lubar, 2003). El ritmo Beta registrado en el área sensoriomotora y en la región Frontal, se ha asociado con vigilancia y atención selectiva (Siegel, Donner, Oostenveld, Fries & Engel, 2008); con atención sostenida y procesos de atención selectiva “top down,” toma de decisiones y atención ante la ejecución o inhibición del movimiento (Shin, Law, Tsutsui, Moore & Jones, 2017); así como con respuesta impulsiva (Tzagarakis, Thompson, Rogers, & Pellizzer, 2019). Sin embargo, las alteraciones encontradas se refieren prácticamente a todas las regiones corticales registradas en el EEGc; llama la atención la heterogeneidad aún para un mismo tipo de presentación del TDAH que en la tabla se anotan con subíndice 1, 2 y 3 (Ver tabla 2).

Hay autores que señalan al ritmo Beta como predictor de la percepción adecuada y del rendimiento motor sano; mientras que su alteración pronostica un movimiento patológico como ocurre en alteraciones neuropsiquiátricas (Sherman, Lee, Law, Haegens, Thorn, Hämäläinen, Moore & Jones, 2016) incluido el TDAH-c. Aún más, se ha reportado correlación directa entre el incremento de la PA Beta en reposo y la correcta ejecución en pruebas que miden procesos de atención (CPT por sus siglas en inglés) (Kim, Lee, Han, Min, Kim D & Lee, 2015). La razón PA de Theta/PA de Beta apoyó el diagnóstico clínico usando la lista de cotejo (DSM-IV) con sensibilidad de 87% y especificidad de 94%, pero no usando la escala de Conners (Snyder, Quintana, Sexson, Knott, Haque & Reynolds, 2008).

Con la idea de encontrar un marcador biológico con el EEGc se han propuesto cuatro índices que son mayores en los niños con TDAH que en los controles o tienen dos desviaciones por arriba de la norma (base de datos Thatcher, 1998-2020) y han aportado información relacionada con la atención en los niños con TDAH:

1. El “índice de atención de TDAH” o “índice de TDAH” = Razón de la PA de Theta/ PA de Beta (Lubar, 1995; Clarke et al., 2001 a, Clarke et al., 2002 a; Barry et al., 2003; Snyder & Hal, 2006; Snyder, Rugino Horning & Stein, 2015).
2. El “índice de discriminación de presentación de TDAH” o índice de atención” = la razón de PA Theta/ PA Alfa (Lubar, 1995; Clarke et al., 2001a; b; c.)
3. El “índice de alertamiento” = la razón de PA Alfa ojos cerrados / PA Alfa ojos abiertos (Lopes da Silva,

1991; Lubar, 1995).

4. “índice de reactividad” = la razón de PA alfa ojos abiertos/ PA alfa ojos cerrados (Fonseca, Tedrus, Bianchini & Silva, 2013). En los años recientes se ha nombrado “índice de reactividad” a la razón PA ojos abierto/ PA de ojos cerrados para una frecuencia determinada (Galiana-Simal, Vecina-Navarro, Sánchez-Ruiz & Vela-Romero, 2020).

Medición de la Atención en situación de prueba en niños con TDAH en los tres tipos de presentación.

La evaluación objetiva de la atención en los niños con TDAH se ha realizado con pruebas diseñadas para tal propósito, pero ha sido de manera parcial, dentro de diferentes marcos conceptuales, usando pruebas con paradigma único que solicitan una determinada respuesta que suponían medía atención. Hace tiempo, Strecker y Ebaugh (1924), midieron la atención como el número de ensayos necesarios para repetir un dígito adicional al repetido en el ensayo basal. Más adelante, Rosvold, Mirsky, Sarason, Breansome Jr. y Beck (1956) midieron la atención en una prueba de ejecución continua (CPT por sus siglas en inglés) como indicador de vigilancia. En otras pruebas tipo CPT se ha medido únicamente un proceso de atención; en otras, varios procesos de atención, y otras más han valorado la atención con base en las fallas al cometer errores de omisión o de comisión, o como parte de las funciones superiores y ejecutivas. El caso es que aún hay desacuerdo entre los autores al referirse a los procesos de atención, pues indistintamente se encuentran en la literatura como clases, tipos, variables o procesos de atención, debido a que se han estudiado bajo diferentes marcos teóricos.

Varios autores (Baker, Taylor & Leyva, 1995; Miranda-Casas, García-Castellar, Melia-de-Alba & Marco-Taverner, 2004; Booth, Burman, Meyer, Lei, Trommer, & Davenport, 2005; Tucha, Tucha, O., Laufkötter, Walitza, Klein, & Lange, 2008;) al medir en los mismos niños con TDAH varios procesos de atención usando diferentes pruebas, pudieron discriminar el 77% de los niños con TDAH y el 87% de los niños controles, sugiriendo un perfil propio y repetible de disfunción en la atención. Barkley (1990) al medir

atención focalizada y atención cambiante (switcheo) en CPT encontró bajo rendimiento en los tipos de presentación combinado e inatento; mientras que otros autores al aplicar CPT (McBurnett, Pfiffner y Frick, 2001) encontraron, en la presentación inatento, baja atención de localización y atención selectiva, alerta disminuida, orientación inconsistente, deficiente respuesta de inhibición y procesamiento de información. Algunos investigadores han encontrado posibilidad de diferenciar niños con el trastorno por los procesos de atención alterados (Huang-Pollock, Nigg & Halperin, 2006).

En general los niños con TDAH difieren significativamente de los controles en la gran lentitud, la inconsistencia en el tiempo de respuesta, la falla en la atención selectiva, en la sostenida y falla en la sensibilidad perceptual (comúnmente nombrado con *d'* que es distinción entre el estímulo blanco del que no lo es, llamada distraibilidad por otros autores); así como por el gran número de errores de omisión y comisión. Tal patrón de desempeño se ha podido cuantificar objetivamente con el uso de algunas pruebas de ejecución continua o CPT que miden simultáneamente varios procesos de atención; dentro de las más utilizadas están “Conners II” (1994-2014), “Tarea de atención sostenida en la infancia” (CSAT por sus siglas en inglés, Servera & Llabrés, 2004) y “Test de las variables de la atención” (TOVA, por sus siglas en inglés, Greenberg, 1983-2021).

Actualmente se han identificado algunos marcadores biológicos en los niños con TDAH como la variabilidad y lentitud en el tiempo de respuesta, comparados contra controles o contra valores normados (Aitziber, Zulueta, Torrano, López Fernández & Crespo-Eguílaz, 2019). Algunos autores han estudiado las alteraciones en la modalidad visual y en la auditiva (Aylward, Brager & Harper, 2002); otros han encontrado mayor disfuncionalidad en la atención auditiva que la atención visual (Baker et al., 1995; Tzourio, Massioui, Crivello, Joliot, Renault & Mazoyer, 1997; Borgaro, Pogge, DeLuca, Bilginer, Stokes, & Harvey, 2003; Curtindale, Laurie-Rose, Murphy & Hull, 2007); otros más (Pan, Ma, & Dai, 2007) no han encontrado diferencia significativa al comparar la atención visual y la auditiva. El desacuerdo puede deberse a diferencias metodológicas o al uso de diferentes pruebas de ejecución continua con diferente estructura y paradigma para evaluar la atención visual y la auditiva.

Atención en la conducta libre, natural, habitual o de todos los días, medida por escalas.

A los niños con TDAH se les ha valorado la atención en la conducta libre o habitual (Matsubara, Yamaguchi, Xu, & Kobayashi, 2004), también llamada conducta natural (Mathiak & Weber, 2006) ó conducta de todos los días (McDowd, 2007), lo que permite evaluar las alteraciones cotidianas (Conners, 1989-2009a; Conners 1989-2009b; Farré & Narbona, 1989-2003; Servera & Llabrés, 2004). Se han establecido instrumentos de valoración por escalas, con los valores de punto de corte como indicadores en las subescalas de déficit de atención (DA), hiperactividad-impulsividad (H/I) y trastorno de conducta (TC) (EDAH, Farré & Narbona, 2003) que proporcionan juntos un puntaje global. En 2003 (EDAH Farré & Narbona) hace una corrección quitando el puntaje total, y tipificando los puntajes de cada subescala en atención al grado escolar.

Sin embargo, otra aproximación puede consistir en determinar si los tres síntomas cardinales del TDAH (inatención, hiperactividad e impulsividad) pueden relacionarse con marcadores biológicos como el EEGc y en las pruebas de ejecución continua visual y auditiva. Para ello se considera a la impulsividad como una falla en la atención para emitir la respuesta, ya que ocurre antes de tiempo y a la hiperactividad como una falla en la atención a detener o inhibir la respuesta.

SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**Primera Parte.****Estudio 1. Determinación de perfiles de atención en niños con TDAH.****Hipótesis principal**

1. Hay un perfil característico de la atención visual diferente del de atención auditiva en los niños con TDAH y es independiente del tipo de presentación.

Hipótesis secundarias

1. Los procesos de atención valorados en situación de prueba son diferentes de los síntomas de atención en la conducta natural.
2. La alteración de la atención a la inhibición o a la realización del movimiento, generan hiperactividad o impulsividad respectivamente.

Objetivo General

Caracterizar la atención visual y la auditiva, en los tres tipos de presentación del TDAH.

Objetivos Específicos

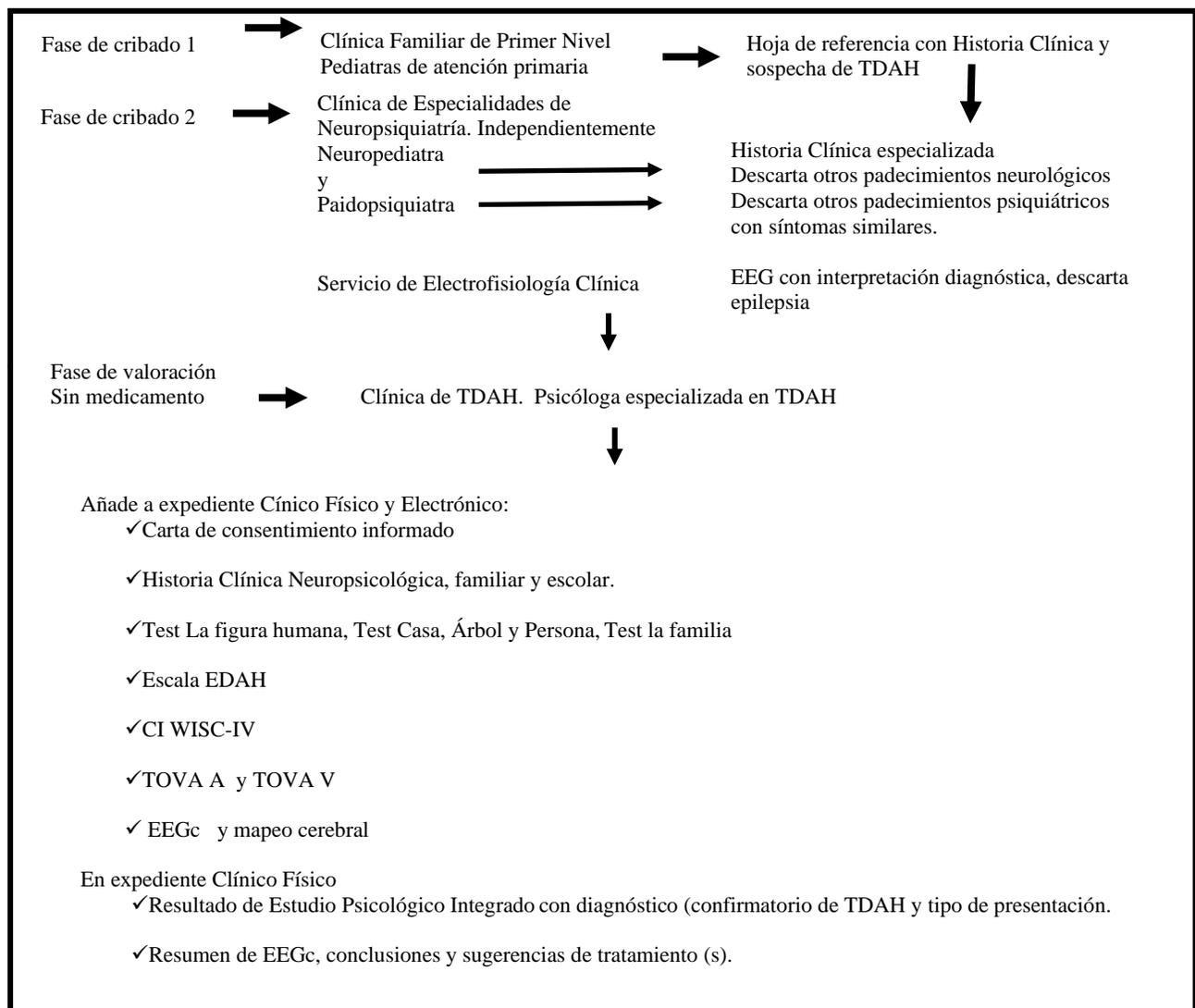
1. Identificar las variables influyentes en cada una de las variables dependientes: Atención visual, Atención auditiva y Atención en la conducta natural.
2. Establecer la asociación entre los procesos de atención visual y los síntomas de inatención (incluyendo hiperactividad/impulsividad como alteración de la atención), en la conducta natural, medidos con EDAH
3. Establecer la asociación entre los procesos de atención auditiva y los síntomas de inatención (incluyendo hiperactividad/impulsividad como alteración de la atención) en la conducta natural, medidos con EDAH

Métodos**Características de los participantes**

Se solicitó la participación voluntaria por conveniencia de 29 niños varones con diagnóstico de TDAH que acudieron a la Clínica de Primer Nivel y confirmados como TDAH en la Clínica de Segundo Nivel de Especialidades de Neurología y Psiquiatría del Instituto de Servicios Sociales y de Salud de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Fueron incluidos únicamente niños varones por la gran prevalencia del TDAH (relación de 12:1 niños a niñas) y porque hay síntomas asociados al género (Biderman et al. 2002)

y características en el EEGc (Clarke, Barry, McCarthy & Selikowitz, 2001a) lo que, de no ser así, impediría homogenizar la muestra. El diagnóstico de TDAH lo hicieron por separado tres médicos especialistas, un médico familiar, un paidopsiquiatra y un neuropediatra, siguiendo los criterios diagnósticos del DSM-IV-TR (2003-2010), usando la historia clínica y el análisis semiológico de cada síntoma. Los niños no tomaron medicamento durante el estudio, ni tuvieron otro diagnóstico neurológico, psiquiátrico, neuropsicológico ni específicos del aprendizaje. Se aceptaron hasta completar el tamaño de la muestra todos los niños varones por participación voluntaria, que hubiesen, ellos o sus tutores, firmado la carta de consentimiento informado, con el diagnóstico confirmado de TDAH, por tres médicos especialistas en forma independiente, y que cumplieran los criterios de inclusión.

Figura 1. Flujo de interconsultas del paciente para recibir diagnóstico de TDAH



Criterios de Inclusión

Varones de entre 7 y 11 años (media 8.9 ± 1.2), dado que a esa edad los niños ya tienen desarrollados los procesos de atención visual y auditiva que se evaluaron en este estudio (Rueda, et al., 2004). Los niños estaban cursando la escuela primaria entre 1° a 5° año (media 3.1 ± 1.2), y se seleccionaron aquellos con coeficiente intelectual (CI) ≥ 85 (rango de 87-132; media = 111.03 ± 11.9), medido por la escala de inteligencia de Wechsler para niños cuarta edición, 2005 (WISC-IV). En la figura 1 se ilustra el diagrama de flujo de los pacientes hasta obtener los criterios de inclusión para el estudio.

Criterios de exclusión

Niños que necesitaron tomar medicamento antes de terminar la valoración.

Criterios de eliminación:

Niños que desarrollaron algún padecimiento neurológico o psiquiátrico durante la valoración.

Procedimientos de muestreo.

Por conveniencia no aleatorio. Se aceptaron hasta completar el tamaño de la muestra todos los niños varones por participación voluntaria, que hubiesen firmado la carta de consentimiento informado, con el diagnóstico confirmado de TDAH, por tres médicos especialistas en forma independiente, y que cumplieran los criterios de inclusión.

Tamaño, potencia y precisión de la muestra.

El tamaño de la muestra se calculó usando la fórmula $n = Z^2 pq/E^2$ porque la población es mayor de 10000. En donde Z= es el nivel de confianza 95% = 1.96; pq = prevalencia del fenómeno (p = probabilidad de niños con TDAH que va de 5% a 10%) y E = es la precisión del error = .08

Sustituyendo: $n = 1.96^2 \times .05 \times .95 / .08^2$ por tanto $n = 3.8416 \times .0475 / .0064$

$n = .182476 / .0064$ por lo que $n = 28.511875 = 29$ niños

Para la seguridad del estudio se estableció el nivel de confianza de 95% ($\alpha < 0.05$), con potencia estadística de 80% ($\beta = 0.20$), con precisión de .08 y con amplitud del intervalo de confianza de 16. Faltó considerar el efecto del diseño, lo que debió hacerse por no ser un diseño aleatorio.

Diseño

La investigación fue prospectiva, comparativa y clínica de conveniencia. La unidad de observación fue cada uno de los niños varones que conformaron los grupos de comparación. No hubo grupo control, La intervención experimental consistió en la valoración de la atención en la conducta natural y ante la realización de dos tareas en dos pruebas tipificadas aplicadas en días consecutivos con intervalo máximo de tres días, en un consultorio psicológico. Los puntajes tipificados en cada prueba o escala psicológica sirvieron para contrastar con los puntajes obtenidos por cada niño durante la valoración. En la Tabla 3 se precisan los puntajes desviados de la norma para cada prueba y escala.

Las variables dependientes fueron: Atención Auditiva (medida por IGA-A), Atención Visual (medida por IGA-V) y Atención en la Conducta Natural (medida por la subescala DA+H/I). Las variables independientes para la Atención Visual y para la Atención Auditiva fueron los diez procesos de atención medidos con puntajes normados en las pruebas TOVA auditiva y visual respectivamente; mientras que para la atención en la conducta natural fueron los diez síntomas valorados en las dos subescalas (DA y H/I de EDAH), con puntos de corte normados. Ver Tabla 3

Pruebas psicológicas

Se aplicaron las siguientes pruebas y escalas: a) El sistema de evaluación de la conducta de niños y adolescentes (BASC por sus siglas en inglés, Reynolds & Kamphaus, 1992-2020) en sus cuatro formas (Naranja. Historia estructurada del desarrollo; Azul S-2, para el niño; Verde T-2, para el maestro; y Café P-2, para los padres). Las pruebas BASC se utilizaron como valoración cualitativa, para integrar el expediente clínico psicológico, para conocer al niño y a su familia y cumplir cabalmente los criterios de

inclusión; explora superficialmente aspectos neuropsicológicos. Permitió excluir niños con abuso, sordera o cualquier alteración neurológica, psiquiátrica o neuropsicológica.

b) La Escala de Atención e Hiperactividad (EDAH, Farré & Narbona, 2000). Se trata de una escala normada que mide la atención en la conducta natural. Proporciona un puntaje global y puntajes para cada una de las cuatro subescalas que son: déficit de atención (DA) con cinco síntomas, hiperactividad/impulsividad (H/I) con cinco síntomas, déficit de atención más hiperactividad e impulsividad (DA+H/I) y trastorno de conducta (TC) con diez síntomas. EDAH calificada por padres (Farré & Narbona, 2000) sirvió para apoyar la clasificación, hecha por el médico, de los niños con TDAH e identificar el tipo de riesgo por edad (EDAH Farré & Narbona, 2003); EDAH calificada por maestros (Farré & Narbona, 2000) se usó sólo para confirmar la presencia del trastorno en dos escenarios distintos.

La subescala de DA+H/I (EDAH) midió la variable dependiente inatención en la conducta natural; así como el tipo de presentación combinado. Las subescalas de DA (con 0.80 de especificidad) y H/I (0.85 de especificidad) se usaron para medir en forma independiente los síntomas de desatención y el tipo de presentación inatento y de hiperactividad e impulsividad y el tipo de presentación Hiperactivo/Impulsivo. La subescala de trastorno de conducta se usó cualitativamente.

Las variables independientes para la atención en la conducta natural fueron los cinco síntomas en la subescala de déficit de atención y cinco síntomas, en la subescala de hiperactividad/impulsividad. Las tres subescalas de EDAH permitieron apoyar el diagnóstico de TDAH y el tipo de presentación inatento, hiperactivo/impulsivo y combinado.

c) WISC-IV (confiabilidad 0.88 a 0.97; Wechsler, 2005). Es una prueba de inteligencia con subescalas, como se mencionó antes, la prueba se utilizó para concretar el criterio de inclusión ($CI \geq 85$).

d) TOVA prueba de ejecución continua, computarizada go/no-go, en versión visual y auditiva. Fueron usadas para medir dos variables dependientes, la atención visual y la atención auditiva; y las variables independientes: diez procesos de atención en cada una. Tienen sensibilidad de 0.80 y especificidad de 0.90 para diagnosticar TDAH (Greenber, 1998-2020), ver Tabla 3.

TOVA-V y TOVA-A miden como variables el Tiempo de Respuesta en milisegundos, la Variabilidad en milisegundos del tiempo de respuesta, la Sensibilidad discriminativa (d') o distracción que es la razón de respuestas correctas sobre las falsas alarmas, mide la capacidad de distinguir entre el estímulo blanco del que no lo es; las pruebas miden también los errores de Omisión y los de Comisión. En la primera mitad de cada prueba los estímulos aparecen con muy baja frecuencia y en la segunda mitad aparecen a muy alta frecuencia; las pruebas proporcionan puntajes normalizados por edad para cada variable a los 5.4, 10.8, 16.3 y a los 21.6 minutos de la prueba. Valor desviado de la norma es ≤ 85

Las pruebas TOVA proporcionan también una medida global del estado de atención que es el Índice Global de Atención Visual (IGA-V) e Índice Global de Atención Auditiva (IGA-A). Conviene destacar que los niños con TDAH tienen el valor total de atención ≤ -1.8 ; mientras que los niños con atención dentro de los límites normales lo tienen > -1.8 lo que se considera como el valor de referencia normado por edad (Greenberg & Waldman, 1993).

Las pruebas TOVA fueron seleccionadas no sólo por la sensibilidad y especificidad para identificar niños con TDAH (Harris, Schuerholz, Singer, Reader, Brown, Cox, & Denckla, 1995; Forbes, 1996; 1998; Semrud-Clikeman & Wical, 1999; Mautner, Kluwe, Thakker & Lark, 2002), sino por la duración de 21.6 minutos tiempo suficiente para elicitación de la atención. Este software ha sido validado y estandarizado por edad y género (Greenberg & Waldman, 1993). La ejecución de TOVA no está influenciada de manera significativa por el lenguaje, la cultura, la práctica o la emoción (Huang, Chen, Chen, CK., Chan, & Chao, 2000; Wada, Yamashita, Matsuishi, Ohtani, & Kato, 2000; Wu, Huang, Chen, Chen, Cjang y Chao, 2007). La prueba TOVA tiene dos versiones equivalentes (por la duración de la prueba y velocidad de presentación del estímulo) en modalidad visual y auditiva, en cada una el estímulo al que deben responder y al que no deben responder son muy simples. El visual es un cuadrado monocromático centrado en la pantalla de la computadora, con un pequeño cuadro superior en negro como estímulo blanco y con el cuadro negro inferior para el no blanco. En la versión auditiva los estímulos son dos tonos, el agudo o blanco (392 Hz, sol cinco en la escala de sol) y el grave o no blanco (262 Hz, do cinco en la escala de sol). La estructura de TOVA permitió asociar las variables evaluadas, a diez tipos de

atención, funciones mentales o procesos cognoscitivos de atención que a partir de aquí al referirnos a ellos se nombrarán como “procesos de atención”

Procesos de atención:

- 1. Tiempo de Respuesta** promedio total en milisegundos. Algunos autores lo usan como la Velocidad de procesamiento; refleja la integración entre la atención top-down y bottom-up (Mooshagian, Iacoboni, & Zaidel, 2007)
- 2. Tiempo de respuesta** en milisegundos en los últimos minutos de la prueba (del minuto 16.3 al 21.6); la velocidad con que se responde al final de la prueba indicará que tanta atención sostiene. Refleja Atención sostenida (Smid, de Witte, Homminga, & van den Bosh, 2006)
- 3. Variabilidad** dispersión promedio del tiempo total de respuesta en milisegundos. Representa la inconsistencia, supone control entre la atención al estímulo blanco y la atención a todos los otros estímulos externos e internos a los que está sujeto en ese momento el niño, por tanto determina la autorregulación de la atención (Posner & Rothbart, 2007)
- 4. d' Sensibilidad de discriminación** total; mide las respuestas correctas entre falsas alarmas durante toda la prueba, reflejando la habilidad de distinguir el estímulo blanco del no blanco. Atención selectiva, atención discriminativa, (Laberge & Brown, 1989; Halperin, 1991).
- 5. d' Sensibilidad de discriminación** en el primer cuarto de la prueba del minuto cero al 5.4; inmediatamente después de la prueba de práctica y refleja la habilidad para dirigirse al estímulo blanco, discriminándolo del que no es, inmediatamente después de recibir la instrucción, equivalente a Orientación pre-atencional (Posner & Rothbart, 1992; Franken, Nijs, & Van Strien, 2005).
- 6. d' Sensibilidad de discriminación** en el tercer cuarto de la prueba justo cuando se inicia el cambio en la frecuencia de presentación del estímulo blanco; mide atención al cambio (Etchepareborda & Abad-Mas, 2001).
- 7. Errores de omisión**, medida por el promedio de los errores de omisión en la primera mitad de la prueba; en esta mitad la demanda de respuesta es baja y por tanto es una tarea muy aburrida, ha sido la forma tradicional de medir la vigilancia; para no cometer errores el sujeto tiene que estar alerta todo el tiempo.

Vigilancia (Greenberg et al. 2000) o alerta tónica (Tucha, L, Tucha, O, Laufkötter, Walitza, & Lange, 2008).

8. Errores de omisión, en la segunda mitad de la prueba; en esta mitad los estímulos “blanco” se presentan a alta frecuencia, por lo que la atención es controlada por el estímulo, mide Alerta fásica (Sturm & Willmes, 2001;Tucha et al. 2008).

9. Errores de comisión en la primera mitad de la prueba en que los estímulos “blanco” son presentados a una baja frecuencia, por lo que el error se comete por falta de atención a la emisión del movimiento, se da la respuesta anticipadamente. La respuesta generalmente ocurre antes de que el estímulo sea reconocido, o respuesta impulsiva. Falla en excitación motora (Watanabe, Sugiura, Sato, Sato, Maeda, Matsue, Fukuda, Kawashima, 2002; Aron & Poldrack, 2006).

10. Errores de comisión. Falla de atención a la supresión o inhibición de la respuesta (Etchepareborda & Abad-Mas, 2001) es medida en la segunda mitad de la prueba. En esa mitad de la prueba se comete comisión cuando el niño no inhibe la respuesta ante el estímulo no-blanco, el error de comisión representa la inactivación de una red neuronal inhibitoria (Watanabe, et al. 2002; Aron & Poldrack, 2006) y por tanto puede reflejar hiperactividad.

Mediciones y covariantes.

Los valores obtenidos en cada una de las variables son escalares normalizados y se convirtieron a puntaje T, con la fórmula $Z = 100 - \text{puntaje} / 15$; $T = Z \times 10 - 50$

Se tienen como covariantes la inteligencia, que en este estudio sólo se usó como punto de corte para cubrir el criterio de inclusión. Son también covariantes los factores de riesgo pre, peri y postnatales para el TDAH y todos los datos psicológicos arrojados en la prueba BASC, que se usaron como información complementaria cualitativa para el cumplimiento cabal de los criterios de inclusión y descartar los posibles diagnósticos diferenciales. El trastorno de conducta es otra covariante, que está incluida en puntaje global de EDAH (2000) y que en la misma escala (EDAH) en 2003 fue excluida porque confundía el diagnóstico. Por último, el grado escolar y la edad son covariantes consideradas en la tipificación de EDAH (Farré & Narbona, 2003); TOVA-A y TOVA-V (Greenberg y Waldman, 1993).

Tabla 3.

VARIABLES DEPENDIENTES, VARIABLES INDEPENDIENTES Y EL VALOR DESVIADO DE LA NORMA DE CADA UNA DE ELLAS.

VARIABLES	Tipo o proceso de atención asociado	Tipo de variable	Puntaje desviado de la norma	Prueba
Índice global de Atención Visual (IGAV)	Atención Visual	Dependiente	≤ -1.8	TOVA-V
Tiempo de respuesta. Promedio en milisegundos	Velocidad de Procesamiento	Independiente	≤ 85	
Tiempo de respuesta del minuto 16.3 al 21.6 en milisegundos	Atención Sostenida			
Variabilidad del tiempo de respuesta. Promedio en milisegundos	Autorregulación			
d' Sensibilidad perceptual del minuto cero al 5.3	Orientación preatencional			
d' Sensibilidad perceptual promedio	Atención selectiva			
d' Sensibilidad perceptual del minuto 11.3 al 16.3	Atención al cambio			
Omisiones promedio en la primera mitad	Vigilancia o alerta tónica			
Omisiones promedio en la segunda mitad	Alerta fásica			
Comisiones promedio en la primera mitad	Atención al movimiento anticipado o Impulsividad			
Comisiones promedio en la segunda mitad	Atención a la inhibición de movimiento o Hiperactividad			
Índice global de Atención Auditiva (IGAA)	Atención Auditiva	Dependiente	≤ 1.8	TOVA-A
Tiempo de respuesta. Promedio en milisegundos	Velocidad de procesamiento	Independiente	≤ 85	
Tiempo de respuesta del minuto 16.3 al 21.6 en milisegundos	Atención Sostenida			
Variabilidad del tiempo de respuesta. Promedio en milisegundos	Autorregulación			
d' Sensibilidad perceptual del minuto cero al 5.3	Orientación preatencional.			
d' Sensibilidad perceptual promedio	Atención selectiva			
d' Sensibilidad perceptual del minuto 11.3 al 16.3	Atención al cambio			
Omisiones promedio en la primera mitad	. Vigilancia o alerta tónica			
Omisiones promedio en la segunda mitad	Alerta fásica			
Comisiones promedio en la primera mitad	Atención al movimiento anticipado o Impulsividad			
Comisiones promedio en la segunda mitad	Atención a la inhibición del movimiento o Hiperactividad			
Déficit de atención e Hiperactividad e Impulsividad en la conducta natural (diez síntomas)	TDAH combinado	Dependiente	≥ 95	Subescala DA+H/I EDAH
Síntomas de desatención (cinco)	TDAH inatento	Independiente	≥ 93	Subescala DA EDAH
Síntomas de Hiperactividad e Impulsividad (cinco)	TDAH Hiperactivo/impulsivo		≥ 93	Subescala H/I EDAH
Síntomas de Trastorno de Conducta (diez)	Trastorno de conducta		≥ 91	Subescala TC EDAH

Procedimiento

Los niños canalizados a la Clínica de especialidades de Neurología y Psiquiatría con diagnóstico presuncional de TDAH y sus padres recibieron información del procedimiento. En dos sesiones subsecuentes el neuropediatra y la paidopsiquiatra confirmaron o descartaron el diagnóstico de TDAH según los criterios del DSM-IV-TR, usando la historia clínica y el análisis semiológico de cada síntoma. A los niños diagnosticados con TDAH un psicólogo entrenado en niños les realizó la valoración psicológica en cuatro sesiones a la misma hora del día, con duración aproximada de hora y media, con intervalo de tres días entre cada una. La evaluación se realizó en un cuarto sono-amortiguado usado exprofeso. En la primera sesión se firmó por niño y padres o tutores la carta de consentimiento informado, se aplicó la Historia Clínica estructurada, BASC (en sus tres formas y se envió la del maestro). En la segunda sesión se aplicó el WISC-IV y EDAH para padres y se envió EDAH para maestros. En las sesiones tres y cuatro se aplicaron (en orden indistinto) TOVA-V (visual) o TOVA-A (auditiva), como lo indica la prueba, con un minuto de práctica previa para asegurar la correcta comprensión de las instrucciones, el uso del botón de respuesta, y la capacidad de discriminación entre los dos estímulos (blanco del no-blanco). La tarea del sujeto fue responder al estímulo blanco tan pronto como le fuera posible, tratando de no cometer errores

Análisis Estadístico

La captura de datos y el análisis estadístico se realizaron usando el programa SPSS16 y 25. Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, medidas de asimetría y Kurtosis, para cada variable, para determinar si los datos tenían distribución normal y el tipo de distribución normal. La prueba t para una muestra se usó para comparar cada proceso de atención contra la norma. Se empleó el ANOVA con corrección de Bonferroni, T3 de Dunnett y Dunnett C para medidas múltiples para comparar el índice global de atención y los diez procesos visuales contra los auditivos y los procesos de una misma modalidad entre sí; y para comparar todas las variables entre los tres tipos de presentación de TDAH. Se aplicó repetidamente el modelo de regresión lineal múltiple hacia adelante, con valor Durbin Watson cercano a 2 (que indica no autocorrelación o independencia de las variables), usando como variables

predictoras los diez procesos de atención visual, o los diez procesos de atención auditiva. En cada caso la variable dependiente fue el índice global de atención visual, el índice global de atención auditiva y la atención en la conducta natural (subescalas DA+H/I) de EDAH. En cada niño se compararon las tres variables dependientes; así como cada una de las variables independientes entre la modalidad visual y auditiva y dentro de una misma modalidad.

Resultados

Tanto las variables dependientes como las independientes mostraron distribución normal (Kolmogorov-Smirnov, $p > .05$), aunque no todas se ajustaron a los valores aceptados de Skewness o simetría (± 0.5) y Kurtosis o de concentración (± 0.5), ver tablas 4 y 5.

Tabla 4.

Puntuación en las subescalas de EDAH normalizada por grado escolar.

		Déficit Atención	Hiperactividad/ Impulsividad	DA+HI	Trastorno de Conducta
N		29	29	29	29
Normal	Media	83,45	92,21	91,31	88,34
Parámetros(a,b)	Desviación Estándar	12,176	8,583	10,634	13,086
Diferencias Más Extremas	Absoluta	,222	,226	,235	,241
	Positiva	,107	,214	,235	,208
	Negativa	-,222	-,226	-,222	-,241
Kolmogorov-Smirnov Z		1,195	1,220	1,264	1,295
Asimetría. Sig. (2-colas)		,115	,102	,082	,070

a Test distribution es Normal.

b Calculada de los datos.

La distribución es normal en todas las variables dependientes e independientes, aquí se muestran las subescalas de EDAH.

Tabla 5.

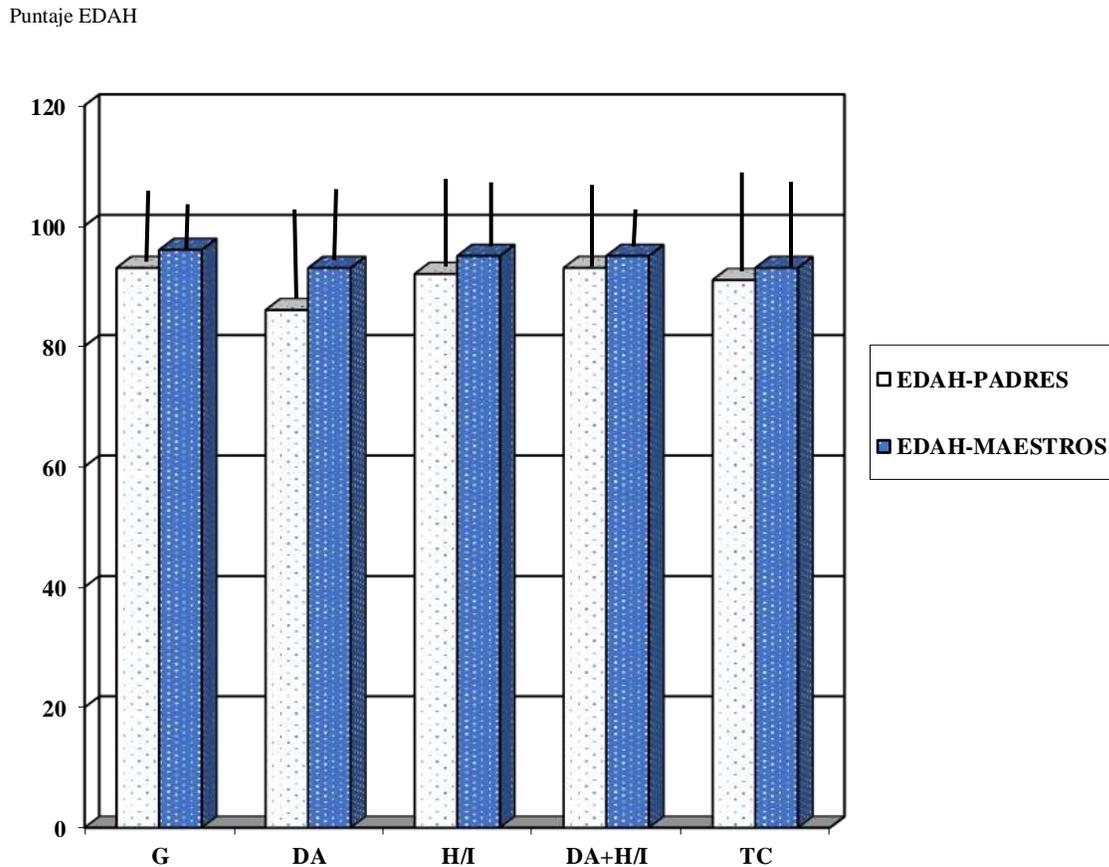
Valores de simetría y de concentración de las variables Dependientes.

VARIABLES DEPENDIENTES	Skeweness o Simetría	Kurtosis o Concentración
Atención visual en prueba	0.2	-0.6
Atención auditiva en prueba	-0.3	-0.9
Atención en la conducta natural	-1.6	1.8

La atención visual y auditiva muestran distribución simétrica y platicúrtica; mientras que la atención en la conducta natural muestra distribución asimétrica negativa y es leptocúrtica.

Atención en la Conducta Natural

De acuerdo con el DSM-IV-TR, los dos médicos especialistas de la Clínica de Neurología y Psiquiatría clasificaron a los niños como sigue: siete (24.1%) correspondieron al subtipo inatento (**I**), tres (10.3%) hiperactivo/impulsivo (**H/I**) y 19 (65.5 %) al subtipo combinado (**C**). Los padres confirmaron el diagnóstico en 22 niños (76%); mientras que los maestros lo confirmaron en 29 niños (100%) de la muestra. Los maestros dieron mayor puntaje que los padres, pero la diferencia no fue significativa, ver Figura 2. Actualmente se nombran de presentación inatento, hiperactivo/impulsivo y combinado (DSM-5)

Figura 2. ATENCIÓN EN LA CONDUCTA NATURAL (EDAH) n= 29

Se grafican las subescalas de EDAH que mide la atención en la conducta natural. La escala calificada por padres en claro y la calificada por maestros en oscuro. No se consideran las correcciones hechas por el grado escolar. EDAH = Escala de Déficit de Atención e Hiperactividad; G = puntaje total ≥ 95 desviada de la norma. DA= subescala déficit de atención ≥ 93 desviada de la norma; H/I = subescala hiperactividad e impulsividad ≥ 95 desviada de la norma. DA+H/I = subescala déficit de atención +hiperactividad e impulsividad ≥ 95 desviada de la norma. TC = subescala trastorno de conducta ≥ 91 desviada de la norma.

En 20 niños (69%) coexistió el trastorno de conducta. Hubo diferencia significativa entre los tipos de presentación de TDAH en la escala global y en cada una de las subescalas de EDAH como se ilustra en la Tabla 6.

El CI mostró una tendencia no significativa a ser mayor en el grupo de niños de presentación hiperactivo/impulsivo, con respecto a los de presentación combinado e inatento. No hubo diferencia significativa entre los tipos de presentación de TDAH en cuanto a edad, escolaridad, CI, Índice Global de

Atención Visual (TOVA-V), ni el índice Global de Atención Auditiva (TOVA-A). Haciendo las correcciones según el grado escolar (EDAH, Farré & Narbona, 2003) se encontró que 22 (76%) niños tuvieron la atención en la conducta natural bajo la norma (subescala de DA+H/I), calificada por la prueba como riesgo moderado (5, 17%) y elevado (17, 59%). Los síntomas de hiperactividad fueron de riesgo en 22 (76%) niños, considerado por la prueba como moderado para 6 (21%) niños y elevado para 16 (55%). Los síntomas de desatención tuvieron riesgo para 15 (52%) niños, calificado de moderado en 11 (38%) y elevado en 4 (14%) niños. Lo que equivaldría a decir con disfunción de la atención en la conducta natural moderada y elevada. Por último, los síntomas de trastorno de conducta aparecieron en 18 niños (62 %), con riesgo moderado en 4 (14 %) niños y elevado en 14 (48%).

Tabla 6.

Atención en la conducta natural, de niños con TDAH medida con EDAH-padres y maestros

SUBTIPO DE TDAH	ESCALA GLOBAL	SUBESCALA DA	SUBESCALA H/I	SUBESCALA DA + H/I	SUBESCALA TC
INATENTO n = 7	82 ± 18.4	80.3 ± 13.9	78.3 ± 18.2	82.9 ± 16	5.5 ± 22
HIPERACTIVO IMPULSIVO n = 3	92.7 ± 11	73.3 ± 16	89.7 ± 4.2	88 ± 12	88.5 ± 13.5
COMBINADO n = 19	97.2 ± 3.4	89.3 ± 9.7	96.3 ± 4.7	97.2 ± 3.3	93.1 ± 4.8
Diferencia entre los tres subtipos de TDAH para cada escala					
Total n = 29	F= 6, p = .005	F= 3.5, p = .05	F= 9, p = .001	F=7.2, p = .003	F=5.6, p = .01

Se muestran los valores promedio y desviación estándar para las subescalas de EDAH en cada presentación del TDAH. DA = Déficit de atención; H/I = Hiperactividad/ Impulsividad; DA + H/I = Déficit de atención más Hiperactividad/Impulsividad; TC = Trastorno de Conducta. No se consideró el grado escolar

Atención visual y auditiva en las pruebas de ejecución continua TOVA-V y TOVA-A.

TOVA-A identificó al 100% (29) de los niños con puntaje de ejecución como TDAH, con IGA-A = -5.1 ± 1.9 ; rango de -8.6 a -2.1 ; mientras que TOVA-V identificó como TDAH al 65.5% (19 niños); IGA-V = -2.9 ± 2.7 ; rango -8.1 a $+ 2.3$. La atención auditiva fue significativamente más disfuncional que la atención visual, por el número de niños que puntuaron bajo y por la diferencia con los valores normales.

VARIABLES INDEPENDIENTES DE LA ATENCIÓN AUDITIVA O ÍNDICE GLOBAL DE ATENCIÓN AUDITIVA (IGA-A)

En la prueba de atención auditiva TOVA-A la media del Tiempo de Respuesta total fue de 864.6 ± 113.1 ms. (rango 677 a 1064 ms.); la media de la Variabilidad del tiempo de respuesta total fue de 277.3 ± 74.9 ms (rango 121 a 543 ms). En la Tabla 7 se muestran los valores normalizados para cada una de las variables medidas en TOVA-A. En esta prueba los valores normales son ≥ 86 , es decir todos los valores estuvieron debajo de la norma. Los niños con TDAH fueron lentos, con inconsistencia o gran variabilidad en el tiempo de respuesta, no discriminaron bien entre los estímulos blanco y no blanco y cometieron errores de omisión y comisión.

Tabla 7.

Atención auditiva en prueba TOVA-A en niños con TDAH

VARIABLES	MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR	COMPARACIÓN CONTRA LA NORMA
Tiempo de Respuesta	64.3 ± 15.1	$t = -4.5,$ $p = .0001$
Variabilidad en tiempo de respuesta	80.2 ± 14.7	$t = -4,$ $p = .0001$
Sensibilidad discriminativa	81.4 ± 10.9	$t = -6.6,$ $p = .0001$
Errores de omisión	85.5 ± 18.5	$t = -2.6,$ $p = .02$
Errores de comisión	77.6 ± 21.1	$t = -5.7,$ $p = .0001$

La tabla representa la media y la desviación estándar de las variables en TOVA-A. Se anota la diferencia significativa de cada una comparadas contra la norma por edad y sexo.

VARIABLES INDEPENDIENTES DE LA ATENCIÓN VISUAL O ÍNDICE GLOBAL DE ATENCIÓN VISUAL (IGA-V)

En la prueba visual (TOVA-V) la media del Tiempo de Respuesta total fue de 498.9 ± 82.9 milisegundos (rango 343 a 694 ms); y la media de la Variabilidad total del tiempo de respuesta fue de 192.6 ± 56.9 ms (rango 80 a 380 ms).

En la Tabla 8 se muestran los valores normalizados para cada una de las variables medidas en TOVA-V. En esta prueba los valores normales son ≥ 86 , aquí los niños fueron menos lentos que en la prueba anterior, tuvieron inconsistencia o gran variabilidad en el tiempo de respuesta, no discriminaron bien, aunque cometieron pocos errores de omisión y muy pocos errores de comisión.

Tabla 8.

Atención visual en prueba TOVA-V en niños con TDAH

VARIABLES TOVA-V	MEDIA Y ERROR ESTÁNDAR	COMPARACIÓN CONTRA LA NORMA
Tiempo de Respuesta	86.1 \pm 16	t = -4.8, p = .0001
Variabilidad en tiempo de respuesta	85.1 \pm 19.8	t = -4, p = .0001
Sensibilidad discriminativa	88 \pm 9.9,	t = -6.6, p = .0001
Errores de omisión	92.8 \pm 14.8	t = -2.6, p = .02
Errores de comisión	95.31 \pm 19.1	t = -.9, p = .4 no significativa

La tabla representa la media y la desviación estándar de las variables en TOVA-V. Se anota la diferencia significativa de cada una comparadas contra la norma por edad y sexo.

La diferencia entre las dos modalidades (auditiva y visual) mostró mayor disfunción significativa en Velocidad de procesamiento (t = 4.6, p = .0001), Atención sostenida (t = 5.3, p = 0.0001), Orientación pre atencional, (t = 3.9, p = .001), Atención selectiva (t = 2.8, p = .01), Impulsividad o atención a realizar movimiento (t = 4.2, p = .0001) y en Hiperactividad o atención a inhibir movimiento (t = 4.4, p = .0001).

No hubo diferencia significativa entre las dos modalidades sensoriales, en Vigilancia o alerta tónica, (t = 1.7, p = 0.09), Alerta Fásica (t = 1.7, p = 0.09), Atención al Cambio (t = 1.5, p = 0.1), ni en Auto regulación de la atención (t = 1.2, p = 0.3).

En la muestra estudiada, los tres procesos de mayor disfuncionalidad en la atención auditiva fueron Velocidad de procesamiento (64.3 \pm 15.2; rango 40 a 95), Atención Sostenida (70.8 \pm 16;

rango 40 a 99) y Orientación pre atencional (73.4 ± 17.9 ; rango 40 a 111); no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los dos primeros, ni entre el segundo y tercero, pero sí con los demás $p \leq 0.05$

Por otro lado, los tres procesos de mayor disfuncionalidad en la atención visual fueron la Auto regulación de la atención (85.1 ± 19.8 ; rango 40 a 120), Velocidad de procesamiento, (86.1 ± 16 ; rango 65 a 111) y la Orientación pre atencional (86.2 ± 12.3 ; rango 61 a 110); no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ellos, pero sí entre Alerta Fásica e Impulsividad o atención a realizar movimiento ($t = 4.2$, $p = 0.0001$) y en Hiperactividad o atención a inhibir movimiento $p \leq 0.05$

Análisis adicionales

Las variables independientes autorregulación de la atención visual y autorregulación de la atención auditiva integradas en un modelo de regresión, fueron predictoras de la variable dependiente atención visual (IGA-V) y explican el 83.3% de la varianza.

Atención visual = $-15.8 + 0.2$ (autorregulación de la atención visual) + 0.03 (autorregulación de la atención auditiva).

$R^2 = 174.2$, Durbin Watson = 2.2, $df = 2$, $F = 71$, $sig = .0001$

Las variables independientes autorregulación de la atención auditiva y la velocidad de procesamiento de atención auditiva, integradas en un modelo de regresión, fueron predictoras de la variable dependiente atención auditiva (IGA-A) y explican el 84.7% de la varianza.

Atención auditiva = $-16.1 + 0.1$ (autorregulación de la atención auditiva) + 0.1 (velocidad de procesamiento de atención auditiva).

$R^2 = 91.1$, Durbin Watson = 2, $df = 2$, $F = 78.7$, $sig = .0001$

La variable independiente atención auditiva a la inhibición de la respuesta integrada en un modelo de regresión fue predictora de la variable dependiente atención en la conducta natural (subescala DA + H/I) y explicó el 13.4% de la varianza

Atención en la conducta natural = $109.5 - 0.2$ (atención auditiva de inhibición de la respuesta).

$R^2 = 523.3$, Durbin Watson = 1.8, $df = 1$, $F = 5.3$, $sig = .03$

La atención en la conducta natural (subescala DA+H/I) tuvo como variables predictoras los síntomas de desatención e hiperactividad/impulsividad, integradas en un modelo de regresión que explicaron el 94.5% de la varianza.

Atención en la conducta natural = $-13.8 + 0.8$ (hiperactividad/ impulsividad) + 0.4 (desatención).

$R^2 = 3005.7$, Durbin Watson = 2.5, $df = 2$, $F = 243.4$, $sig = .0001$

Por su parte los síntomas de desatención en la conducta natural tuvieron como variable predictora la autorregulación de la atención auditiva que integrada en un modelo de regresión explicó el 10.4% de la varianza.

DA = $107.8 - 0.3$ (autorregulación de la atención auditiva).

$R^2 = 563.3$, Durbin Watson 1.8, $df = 1$, $F = 4.2$, $sig = .05$

Por último, los síntomas de hiperactividad tuvieron como variable predictora a la atención auditiva a la inhibición de la respuesta integrada en un modelo de regresión que explicó el 14.2% de la varianza.

HI = $107.2 - 0.2$ (atención auditiva de inhibición de la respuesta).

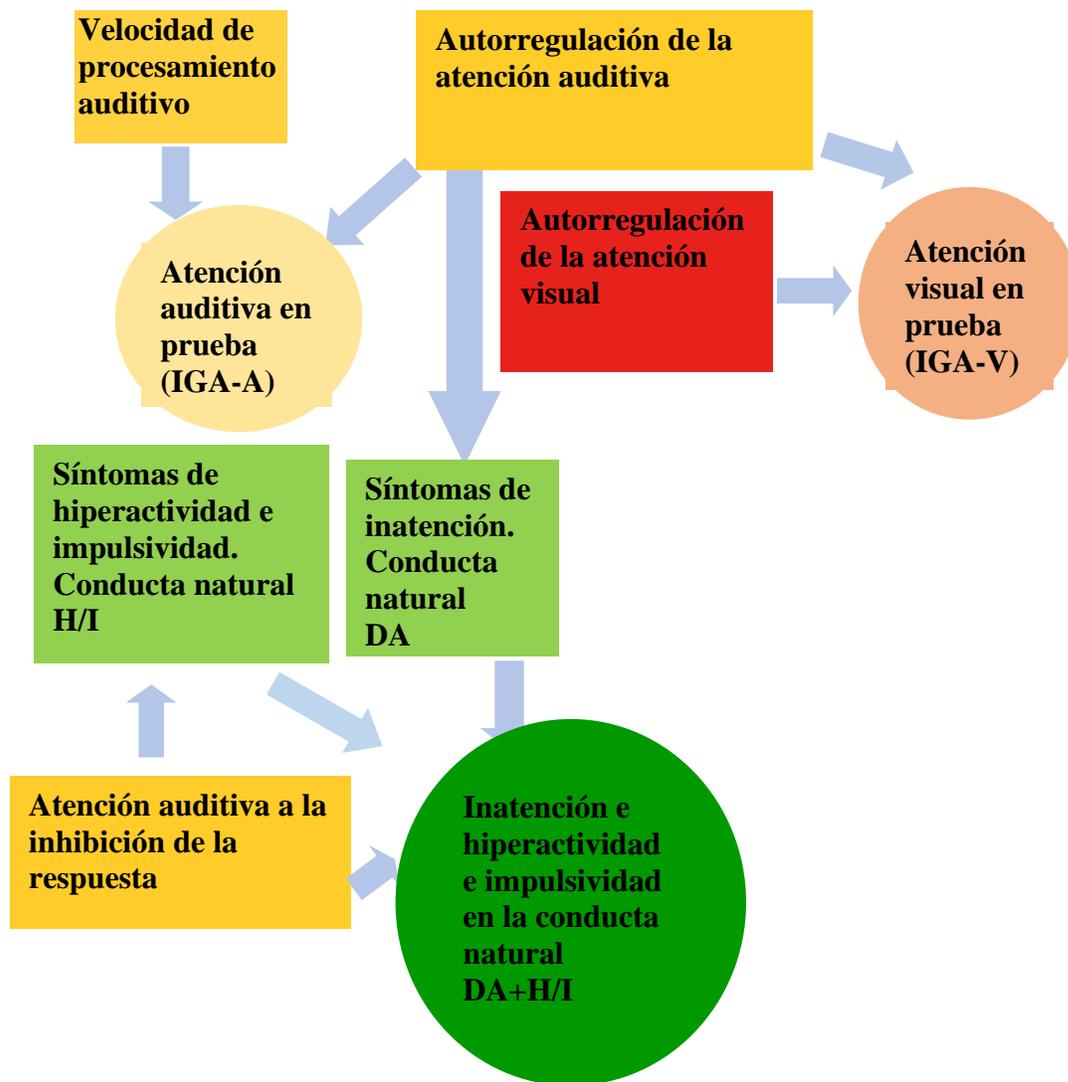
$R^2 = 355.6$, Durbin Watson 1.8, $df = 1$, $F = 5.6$, $sig = .03$

Ningún proceso de atención visual, ni auditiva fue variable predictora del trastorno de conducta. (Subescala TC de EDAH).

La sensibilidad de cada una de las pruebas que miden TDAH se determinó considerando los valores verdaderos positivos sobre los valores verdaderos positivos más falsos negativos y resultó: TOVA-V = $19/29 = .65$ por lo que tuvo una sensibilidad del 65%; EDAH-padres = $22/29 = .76$ por lo que tuvo una sensibilidad del 76%; EDAH-maestros = $29/29 = 1$ por lo que tuvo una sensibilidad de 100%; TOVA-A = $29/29 = 1$ por lo que tuvo una sensibilidad del 100%

La especificidad no se pudo medir por no tener grupo control.

Figura 3. Variables independientes influyentes o predictoras de las variables dependientes.



En círculo se anotan las variables dependientes: Índice de atención visual IGA-V, índice de atención auditiva IGA-A, Atención e hiperactividad e impulsividad en la conducta natural. En cuadros las variables independientes que influyen en las dependientes, según resultados de regresión.

Conclusiones parciales.

En síntesis, en la muestra de niños con TDAH conservando la prevalencia de presentación Inatento, Hiperactivo/impulsivo y Combinado, se aceptó la hipótesis alterna ya que independiente de la presentación hay diferencia entre el perfil característico de atención visual y auditiva. La Atención auditiva global (IGA-

A), las cinco variables y los diez procesos asociados a ellas fueron más disfuncionales que la Atención visual (IGA-V), las cinco variables y los diez procesos asociados a ellas por el mayor número de procesos y por el grado de disfunción en cada uno de ellos.

Las cinco variables auditivas y los diez procesos asociados a ellas resultaron bajo la norma, siendo los de mayor disfuncionalidad Tiempo de Respuesta (Velocidad de procesamiento), Tiempo de respuesta en los últimos minutos de la prueba (Atención Sostenida) y Sensibilidad de discriminación d' en el inicio de la prueba (Orientación preatencional).

Se identificaron ocho procesos bajo la norma de atención visual en diferente grado. Los de mayor disfuncionalidad fueron Variabilidad (Auto regulación de la atención), Tiempo de Respuesta total (Velocidad de Procesamiento), Tiempo de Respuesta en los últimos minutos de la prueba (Atención Sostenida) y Sensibilidad de discriminación d' en el tercer cuarto (Atención al cambio).

La disfunción en la Atención en la Conducta Natural ocurrió solamente en 75.9% (22) niños a juzgar por los padres, pero en el 100% (29) a juzgar por los maestros y los clínicos especialistas. En consecuencia, la hipótesis planteada se contestó positivamente, puesto que los resultados apoyan la suposición de que, en los niños con TDAH la atención auditiva tiene mayor disfunción que la visual. Los procesos de atención visual y auditiva tienen un diferente grado de disfuncionalidad y parecen ser distintos de los síntomas de desatención observados en la conducta natural.

Las tres diferentes presentaciones del TDAH se pudieron diferenciar conductualmente pero no por la disfunción de los procesos de atención visual, ni auditiva. El objetivo general se cumplió, encontrando que el perfil de atención visual y auditiva es independiente del subtipo de TDAH.

Los objetivos específicos 1, 2 y 3, también se cumplieron destacando como variables predictoras de la disfunción de la atención visual global (IGA-V) a los procesos de autorregulación visual y auditiva; la atención auditiva global (IGA-A) tuvo como variables predictoras dos procesos auditivos la autorregulación y velocidad de procesamiento. La atención en la conducta natural (DA+H/I) tuvo como variable predictora la atención auditiva a la inhibición de la respuesta. Es de

destacarse que se pudo vincular el proceso auditivo de autorregulación como variable influyente de la subescala de déficit de atención (DA); mientras que el proceso auditivo de atención a la inhibición de la respuesta fue predictor de la subescala de hiperactividad (H/I). Los síntomas conductuales de desatención e hiperactividad/impulsividad juntos fueron variables predictoras de la Atención en la Conducta Natural pero no de la atención auditiva, ni de la visual.

Segunda Parte.

Estudio 2. Identificación de perfiles de potencia absoluta (PA) del EEGc en dos grupos de niños con TDAH de presentación combinado clasificados por su capacidad de atención a estímulos visuales.

En esta parte del estudio se pretendió establecer alguna caracterización de los niños con TDAH de presentación combinado empleando tecnologías computarizadas de análisis del EEG clínico. Para ello se emplea un sistema basado en el análisis rápido de la derivada de Fourier que permite analizar la PA de banda de frecuencia y la PA de frecuencias aisladas de las diferentes ondas que componen los ritmos del EEG. La Figura 4, ilustra el procedimiento seguido para reclutar a los voluntarios de esta parte del estudio. Es de destacar que, de los 49 casos reclutados, 20 fueron excluidos por diversas razones, de manera que la N total quedó en 29. Al seguir depurando el grupo de trabajo, finalmente se contó con la participación de 7 niños en cada grupo, como sigue: G1 con atención visual dentro de la norma y G2 con inatención visual. Ambos grupos tuvieron inatención auditiva.

Hipótesis principal

1. En los niños con TDAH de presentación combinado (DSM-5) la desviación de la norma de la potencia absoluta de frecuencia-banda-derivación en el EEGc reflejará el grado de disfunción en la atención visual y en la auditiva, pero no en la conducta natural.

2. Habrá desviación de la norma de la PA banda-frecuencia-derivación en el EEGc propia y diferente para la Atención Visual, Auditiva y la Atención en la Conducta Natural.
3. Los grupos G1 y G2 de niños TDAH-c difieren por disminución o incremento de PA frecuencias aisladas-derivación (1 Hz a 30 Hz).
4. Habrá diferencia entre los grupos G1 y G2 en los índices electrofisiológicos de TDAH, atención, alertamiento y reactividad

Hipótesis secundarias

1. La PA de las bandas de frecuencia del EEGc desviadas de la norma, tendrán diferente localización cortical en el grupo con inatención visual y en el grupo con atención visual dentro de la norma.
2. La PA de las frecuencias aisladas desde 1 Hz hasta 30 Hz del EEGc desviadas de la norma precisarán la distribución cortical diferente entre G1 y G2

Objetivo General

Identificar las diferencias en el EEGc entre niños con TDAH combinado con y sin disfunción de la atención visual, teniendo ambos disfuncional la atención auditiva y la atención en la conducta natural.

Objetivos Específicos

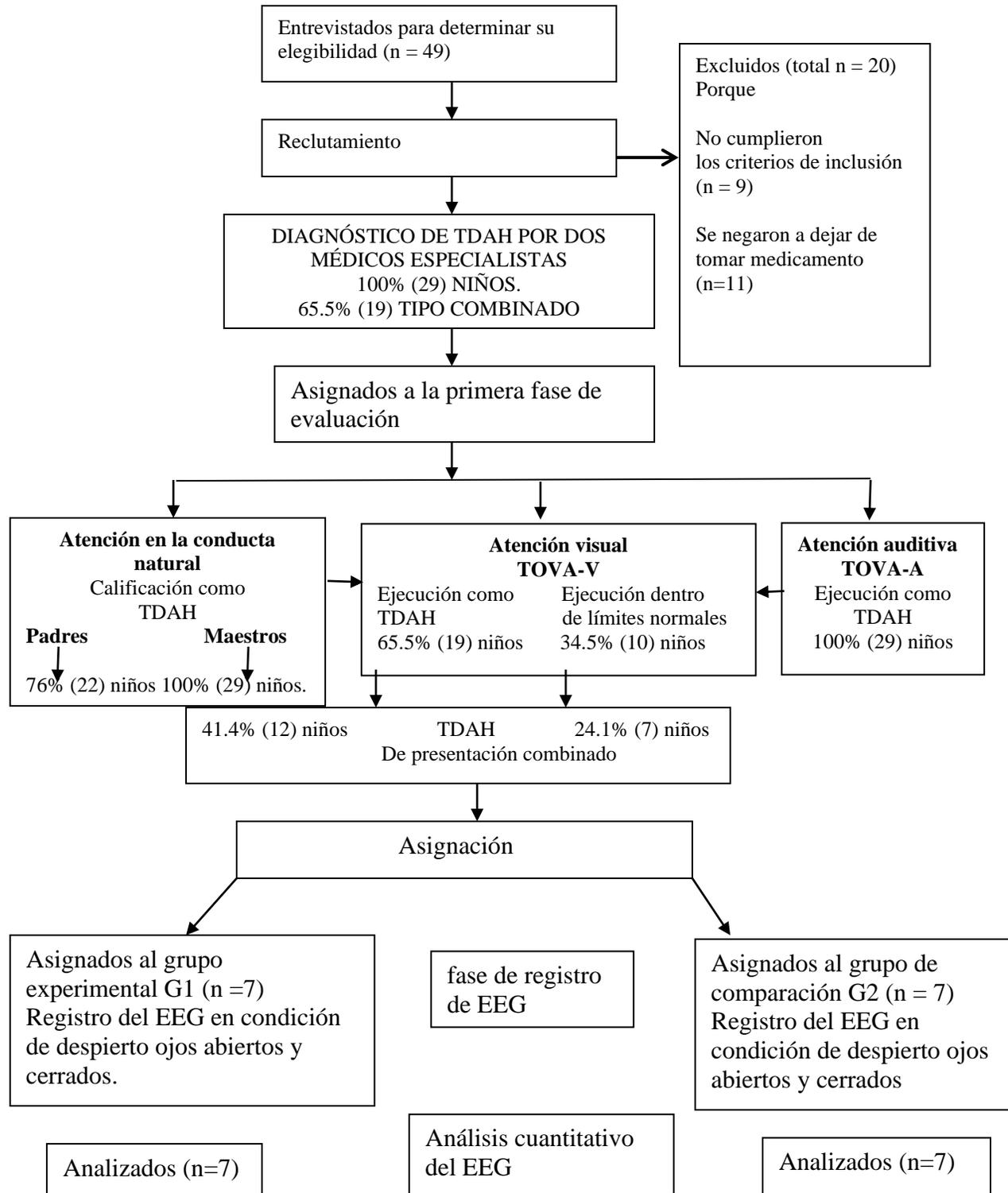
En niños con TDAH combinado con disfunción en la atención auditiva y en la conducta natural:

1. Identificar en el grupo de comparación G1 (con atención visual dentro de la norma), las desviaciones de la norma de la potencia absoluta de siete bandas frecuencia en 19 derivaciones del EEGc en condición de despierto, en reposo, con ojos cerrados.

2. Identificar en el grupo de comparación G2 (con disfunción de la atención visual), las desviaciones de la norma de la potencia absoluta de siete bandas frecuencia en 19 derivaciones del EEG-C en condición de despierto, en reposo, con ojos cerrados.
3. Comparar entre los dos grupos las desviaciones encontradas en el EEGc
4. Identificar en el grupo de comparación G1 el valor del índice electrofisiológico de TDAH (PA theta/ PA beta), de Atención (PA theta/alfa) y el índice de Alertamiento (PA alfa ojos cerrados / alfa ojos abiertos).
5. Identificar en el grupo de comparación G2 el valor del índice electrofisiológico de TDAH (PA theta/ PA beta), de Atención (PA theta/alfa) y el índice de Alertamiento (PA alfa ojos cerrados / alfa ojos abiertos, e índice de reactividad (PA alfa ojos abiertos/ alfa ojos cerrados)
6. Comparar entre los dos grupos el valor del índice electrofisiológico de TDAH (PA theta/ PA beta) de atención (PA theta/ PA alfa) y de Alertamiento (PA alfa ojos cerrados / alfa ojos abiertos).
7. Asociar la potencia absoluta diferente entre los dos grupos con los procesos de atención visual y auditiva diferentes entre los dos grupos
8. Identificar las variables predictoras (potencia absoluta de siete bandas-frecuencia en 19 derivaciones) para las tres variables dependientes: la atención visual, atención auditiva y en la conducta natural.
9. Identificar las frecuencias aisladas-derivación (1 Hz a 30 Hz) en el G1 y G2
10. Comparar las frecuencias aisladas-derivación (1 Hz a 30 Hz) entre los grupos G1 y G2

Figura 4.

Flujo de participantes a través de cada etapa del estudio



Número de niños con TDAH combinado, en 14 de los cuales se registró el EEGc

Método

Características de los participantes

Se solicitó la participación voluntaria, de los únicos siete niños varones con atención visual normal (puntaje > -1.8 en TOVA-V), que tuvieron anormal la atención auditiva, ejecutando como niño con TDAH (puntaje ≤ -1.8 en TOVA-A), clínicamente diagnosticados con TDAH de presentación combinado y calificados por los padres y maestros como de presentación combinado (DA+H/I subescala de EDAH). Ellos fueron valorados en la primera fase de investigación y aceptaron continuar con la segunda fase de la valoración; tuvieron entre 7 y 10 años, cursaban de 2° a 5° de primaria, con CI ≥ 85 , sin ningún otro padecimiento neurológico, psiquiátrico o neuropsicológico y sin tomar medicamento. Ellos formaron el grupo de comparación G1. Este grupo se comportó como TDAH clínicamente, en la atención auditiva, en la conducta natural con gravedad moderada y elevada, pero con ejecución normal en la atención visual, medido por el IGA-V.

El grupo de comparación G2 lo formaron siete niños varones valorados en la primera fase a los que se les solicitó su participación voluntaria para continuar con la segunda fase. Se seleccionaron aquellos niños con valores semejantes a los del grupo de comparación G1 en todas las variables excepto en la atención visual que fue desviada de la norma ejecutando como niño con TDAH, siendo sus puntajes en el IGA-V ≤ -1.8 en TOVA-V. También tuvieron desviada de la norma la atención auditiva, ejecutando como niño con TDAH (puntaje ≤ -1.8 en TOVA-A); clínicamente fueron diagnosticados con TDAH de presentación combinado y calificados por los padres y maestros de presentación combinado (DA+H/I subescala de EDAH con gravedad moderada y elevada).

Este grupo se comportó como TDAH en la atención visual, en la auditiva, en la conducta natural y clínicamente.

En síntesis, los niños con TDAH-c, se separaron en dos grupos de 7 niños cada uno, según los resultados en la prueba de atención visual TOVA-V. Normal en el G1 y desviada de la norma en el G2, la diferencia entre ellos fue significativa, $F(1) = 42.9$, $p = .0001$

Los dos grupos se parearon en antecedentes pre, peri y postnatales para TDAH, edad, escolaridad, CI, puntuaciones en las subescalas de EDAH y puntuación desviada de la norma en atención auditiva TOVA-A (G1 media -4.2 ± 1.6 y G2 media -6.3 ± 2.1), más disfuncional el G2, pero la diferencia no fue significativa.

Los criterios de inclusión del grupo G1 fueron:

- 1) Atención visual dentro de límites normales (TOVA-V), valor medio $= 0.3 \pm 1.5$ (rango de -1.7 a $+2.3$).
- 2) Diagnóstico clínico (por dos médicos especialistas) de TDAH subtipo combinado según los criterios del DSM-IV-TR.
- 3) CI de 85 o mayor (WISC-IV). Media $= 113.4 \pm 11$ (rango de 94 a 126).
- 4) Atención desviada de la norma en la conducta natural (EDAH) Puntaje Global: Media $= 98.3 \pm 1.5$ (rango de 95 a 99), subescala de Déficit de atención + Hiperactividad e Impulsividad: Media $= 98 \pm 1.5$ (rango de 95 a 99); subescala de trastorno de conducta: Media $= 95 \pm 3$ (rango de 88 a 98).
- 5) Atención desviada de la norma en la conducta natural ajustada al grado escolar (EDAH, 2003) Subescala de Déficit de atención + Hiperactividad e Impulsividad, Media $= 97 \pm 2.7$ (rango de 92 a 99); subescala de trastorno de conducta: Media $= 96.8 \pm 3.7$ (rango de 90 a 99).
- 6) Atención auditiva desviada de la norma (TOVA-A), con valor Media -4.2 ± 1.6 (rango de -2.6 a -7.2).

Los Criterios de inclusión en el grupo G 2 fueron:

- 1) Atención visual desviada de la norma (TOVA-V), valor de atención visual: media = -4.6 ± 1.3 (rango de -3 a -6).
- 2) Diagnóstico clínico (por dos médicos especialistas) de TDAH de presentación combinado según los criterios del DSM-IV-TR.
- 3) CI de 85 o mayor (WISC-IV) Media = 111 ± 15.9 (rango de 87 a 129).
- 4) Atención desviada de la norma en la conducta natural (EDAH) Puntaje Global: Media = 98.7 ± 0.5 (rango de 98 a 99); subescala de Déficit de atención + Hiperactividad e Impulsividad, Media = 98 ± 1.7 (rango de 95 a 99); subescala de trastorno de conducta: Media = 95 ± 3 (rango de 88 a 96).
- 5) Atención desviada de la norma en la conducta natural ajustada al grado escolar (EDAH, 2003) Subescala de Déficit de atención + Hiperactividad e Impulsividad, Media = 96.4 ± 4.4 (rango de 90 a 99); subescala de trastorno de conducta: Media = 95 ± 7 (rango de 80 a 99).
- 6) Atención auditiva desviada de la norma (TOVA-A) con valor Media = -6.3 ± 2.1 (rango de -3.6 a -8.6).

Ambos grupos tuvieron como criterios de exclusión: La presencia de problemas específicos de aprendizaje o lectura. Cualquier otro padecimiento neurológico, psiquiátrico o neuropsicológico. La única excepción fue el trastorno de conducta (medido por EDAH), el cual puede ser una complicación del TDAH (Taylor et al. 1996).

Ambos grupos tuvieron como criterios de eliminación: La necesidad médica de tomar medicamentos antes de terminar la valoración.

Procedimientos de muestreo.

El muestreo se realizó por conveniencia, no aleatorio, determinado por la puntuación obtenida en atención visual que fue una de las tres variables dependientes. Se seleccionaron los únicos 7 niños con TDAH-c, que tuvieron dentro de límites normales la atención visual, manteniendo desviada de la norma

las otras dos variables dependientes que fueron atención auditiva y atención en la conducta natural (ver figura 4). La otra parte de la muestra se formó con 7 niños seleccionados por cumplir con el pareamiento en edad, escolaridad, CI, subescalas de EDAH y tener desviados de la norma los procesos de atención auditiva. Estos niños también tuvieron desviada de la norma la atención visual. Por tanto, estos niños diagnosticados clínicamente como TDAH-c tuvieron anormales las tres variables dependientes, es decir, atención visual, auditiva y atención en la conducta natural.

Tamaño, potencia y precisión de la muestra.

El tamaño de la muestra se calculó usando la fórmula $n = 2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \pm S / d^2$

Donde:

Z_{α} es el valor Z correspondiente al riesgo α fijado que es $0.05 = 1.96$

Z_{β} es el valor Z correspondiente al riesgo β fijado que es $0.20 = 0.80$

S = es la desviación estándar = 15

d = es el valor mínimo de la diferencia que se desea detectar que es de 6

Sustituyendo

$$n = 2(1.96 + 0.80)^2 \pm 15^2 / 6^2 = 2(2.76)^2 \pm 225 / 36 = 15.2352 \pm 6.25 = 21.4852 = 22 \text{ niños por grupo (Fuentelsaz, 2004)}$$

Para la seguridad del estudio se estableció el nivel de confianza de 95% ($\alpha = .05$), con potencia estadística de 80% ($\beta = .20$), con precisión de .08 y con amplitud del intervalo de confianza de 16. No se consideró el efecto del diseño (que debería haberse hecho por no ser de selección aleatoria).

Diseño del estudio.

La investigación fue prospectiva, comparativa, de conveniencia. La unidad de observación fueron niños varones, que conformaron un grupo experimental y un grupo de comparación. La intervención

experimental consistió en la selección de 14 niños con TDAH de presentación combinado que pudieran parearse en todas las variables, difiriendo en atención visual. La intervención se complementó con el registro del EEGC en un cuarto sono-amortiguado en condición de reposo despierto con ojos abiertos y cerrados en forma alterna, cada tres minutos; se usó el sistema 10-20 con electro-cap en 19 derivaciones corticales con tierra en las dos orejas cortocircuitadas.

Las variables dependientes ya valoradas fueron: Atención Auditiva, Atención Visual y Atención en la Conducta Natural.

Las variables independientes fueron la potencia absoluta (EEGc) de siete bandas-frecuencia en cada una de las 19 derivaciones corticales. Así como la razón de la potencia absoluta theta/ beta, theta/alfa, alfa ojos cerrados /alfa ojos abiertos y alfa ojos abiertos/alfa ojos cerrados en las 19 derivaciones corticales. La potencia absoluta de las frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz) en cada una de las 19 derivaciones corticales, sirvieron para precisar las alteraciones en el EEGc.

Las demás variables independientes ya valoradas sirvieron para parear y asignar los niños a cada uno de los dos grupos.

La potencia absoluta del electroencefalograma se comparó contra valores tipificados por edad y sexo; se expresaron en valor Z y se transformaron en puntaje T .

Se compararon los valores del EEGc contra la norma y entre los dos grupos, con prueba t de una muestra y t de dos muestras independientes.

Se asociaron los valores del EEGc con los procesos de atención visual y auditiva y con puntaje de la conducta natural, con regresión lineal.

Se aplicó regresión lineal múltiple hacia delante repetidamente, considerando como variables predictoras la potencia absoluta de siete bandas frecuencia en 19 derivaciones, y como variables dependientes la Atención Visual, Auditiva y la Atención en la Conducta Natural. Durwin Watson cercano a 2 y corrección VIF = 1: que indica ausencia total de colinialidad (ninguna variable independiente es combinación lineal de otras)

Mediciones y covariantes.

La PA de siete bandas-frecuencia en 19 derivaciones corticales.

La proporción de la PA theta/beta (Índice de TDAH), theta/alfa (Índice de atención), alfa ojos cerrados/alfa ojos abiertos (índice de alertamiento) y alfa ojos abiertos/ alfa ojos cerrados (índice de reactividad) en cada una de las 19 derivaciones corticales. Los dos últimos índices no tienen valor normado, por lo que se consideró anormal el que la PA alfa ojos cerrados o con ojos abiertos o ambas fueran diferentes significativamente de la norma.

La PA de cada una de las frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz) en 19 derivaciones corticales también fueron analizadas.

Se tienen como covariantes la inteligencia, que se usó como punto de corte para cubrir el criterio de inclusión y fue pareada en los dos grupos. Son también covariantes los factores de riesgo pre, peri y postnatales para el TDAH y todos los datos psicológicos arrojados en la prueba BASC, que se usaron como información complementaria cualitativa para el cumplimiento cabal de los criterios de inclusión y descartar los posibles diagnósticos diferenciales. El trastorno de conducta es otra covariante, que está incluida en puntaje global de EDAH (2000) y separada en (EDAH) 2003. En ambas pruebas también se reporta como una subescala independiente. Por último, el grado escolar y por ende la edad son otras covariantes que se consideran en la tipificación de EDAH (EDAH Farré & Narbona, 2003) y en TOVA-A y TOVA-V (Greenberg & Waldman, 1993).

Instrumentos de evaluación electrofisiológica. Aparatos y equipo

Se empleó un equipo EEG (Grass) portátil de 40 canales AC, y 8 canales DC modelo Comet EEG. Con software TWIN de GRASS-Telefactor que incluye Mapeo Cerebral y análisis espectral. La señal fue procesada en Software de NeuroGuide (Thatcher, 1998-2008; Thatcher, Walker, Biver, North y Curtin, 2003; Thatcher, 2020), permite leer en formato europeo (EDF) el trazo del electroencefalograma y hacer

el análisis cuantitativo del EEG (EEGc) utilizando la transformada rápida de Fourier (TFF) con los siguientes parámetros: época = 2 segundos, a una tasa de 128 muestras/segundo = 256 puntos de tiempo digital, a un rango de frecuencia de 0.5 Hz a 40 Hz a la resolución de 0.5 Hz usando una ventana estrecha coseno para cada una de las 19 derivaciones EEG, (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz, C3, C4, Cz, P3, P4, Pz, O1, O2, T3, T4, T5, T6) transformadas por log10 para la mejor aproximación a la distribución normal (Kaiser y Sterman, 2001).

Se compararon las medidas de PA con valores normalizados por edad y sexo para la condición de ojos cerrados en reposo, y ojos abiertos en cada una de las derivaciones indicadas, para las bandas de frecuencia delta, theta, alfa, beta1, beta2, beta3 y beta alta en rango y valor de frecuencia central, según el programa de NeuroGuide. El software de NeuroGuide utiliza el valor promedio con la desviación estándar para cada banda de frecuencia. Se comparan 7 bandas-frecuencia que corresponden aproximadamente a los ritmos clásicamente definidos: delta, entre 1 y 3.5 Hz, con frecuencia central de 2.5 Hz; theta, entre 4 y 7.5 Hz, con frecuencia central de 6 Hz; alfa, entre 8 y 12 Hz, con frecuencia central 10.25 Hz; beta1, entre 12.5 y 15 Hz, con frecuencia central 13.7 Hz; beta 2, entre 15.5 y 17.5 Hz con frecuencia central 16.5 Hz; beta 3, entre 18 y 25 Hz, con frecuencia central 21.7 Hz, y beta alta, mayor de 25 Hz, que recientemente ha tomado importancia en los procesos cognoscitivos (Thatcher, 2001-2021) También se analizaron la PA de cada una de las frecuencias aisladas de 1 Hz a 30 Hz, transformando los valores Z en valores t. Todos los valores se reportan en cada una de las 19 derivaciones mencionadas. Los valores $Z \leq -2$ y $\geq +2$ se consideran desviados de la norma.

Procedimiento

A los 14 niños se les registró el EEG en un cuarto sono amortiguado con el sistema de registro 10-20, con electro-Cap con 19 electrodos, en las derivaciones ya señaladas referidos a A1-A2 cortocircuitados, se registraron además en canales independientes, los movimientos oculares. Se realizó biocalibración de apertura y cierre de ojos, parpadeo, movimientos oculares, movimiento de dedos, de las manos y piernas. Se registró la actividad electroencefalográfica durante 30 minutos en la condición de reposo despierto con

ojos cerrados y ojos abiertos en forma alterna con duración similar.

La edición de ojos cerrados y abiertos se hizo por separado cortando un segundo de registro hasta obtener 40 segundos, se exportó a Neuroguide y se cuantificó la PA de cada banda-frecuencia. Los valores de PA se compararon contra la normal y se obtuvieron los valores Z y transformados a puntaje T.

Análisis del EEG

Se puso énfasis en la detección visual de actividad paroxística u otra anomalía y coincidió con la anotada en expediente realizada por 3 médicos especialistas: un neuropediatra, un psiquiatra y un electrofisiólogo, además de la revisión hecha por quien sustenta la tesis y quien hizo el registro del EEG. Se editó el EEG seleccionando un segundo de registro libre de artefacto hecho con ojos cerrados, hasta completar 60 segundos. Se aplicó la Transformada rápida de Fourier (TTF), los datos se compararon con una base de datos normada internacionalmente por edad y sexo (Thatcher, 2005). Los valores se transformaron en valor Z y puntaje T.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó usando el programa SPSSV16. Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución normal de los datos. La prueba t para una muestra se usó para comparar cada proceso de atención contra la norma de TOVA y la PA de cada banda-frecuencia y cada una de las frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz) en cada una de las 19 derivaciones contra la norma (Thatcher, 1998-2005). Se analizaron con SPSS V 26 ANOVA con corrección de Bonferroni, T3 de Dunnett y Dunnett C para medidas múltiples para comparar el Índice Global de Atención Visual y los procesos visuales contra el Índice Global de Atención Auditiva y los procesos auditivos; así como los procesos de una misma modalidad. También se usó para comparar las medias de los niños de los grupos G1 contra G2. El Modelo de regresión lineal repetido en varias ocasiones, tomando las variables independientes (potencia absoluta de banda frecuencia derivación y como variables dependientes la Atención Visual, Auditiva y en la Conducta Natural. Se aceptó un valor de Durbin-Watson cercano a dos. Se usó el método de pasos sucesivos hacia adelante. y corrección VIF = 1: que

indica ausencia total de colinialidad (ninguna variable independiente es combinación lineal de otras) $1 < VIF < 5$: La regresión puede verse afectada por cierta colinialidad. $5 < VIF < 10$: Causa de preocupación. El término tolerancia es $1/VIF$ por lo que se usaron los límites recomendables entre 1 y 0.1.

La sensibilidad para detectar TDAH se calculó considerando los valores verdaderos positivos sobre los valores verdaderos positivos más los verdaderos negativos.

Resultados

Variables de Atención Auditiva y Visual en el G 1 y G2

Las tablas 9 y 10 ilustran las variables tomadas en cuenta para la evaluación de la atención auditiva y visual, en los grupos G1 y G2 respectivamente. Se trata de un esquema completo en el cual se evalúan las variables listadas previamente.

Tabla 9.

Variables de atención Visual y Auditiva y procesos asociados en el G 1

n = 7

Variables TOVA	Tipos o procesos de atención asociados	Media y desviación	Anormal por ser significativa inferior a la norma
Índice Global de Atención Visual	Atención Visual	.28 ± 1.5	
Tiempo de respuesta total. Promedio en milisegundos	Velocidad de Procesamiento	99 ± 11	
Tiempo de respuesta en ms del minuto 16.3 al 21.6	Atención Sostenida	97 ± 11	
Variabilidad total del tiempo de respuesta en ms	Autorregulación de la atención	108 ± 9	
d' Sensibilidad perceptual del minuto cero al 5.3	Orientación preatencional	95 ± 12	
d' Sensibilidad perceptual total promedio	Atención selectiva	98 ± 8	
d' Sensibilidad perceptual del minuto 11.3 al 16.3	Atención al cambio	96 ± 10	
Omisión errores promedio errores en la primera mitad	Vigilancia o alerta tónica	102 ± 8	
Omisión errores promedio errores en la segunda mitad	Alerta fásica	104 ± 2	
Comisión errores promedio errores en la primera mitad	Atención al movimiento Impulsividad	102 ± 6	
Comisión errores promedio errores en la segunda mitad	Atención a la inhibición de movimiento Hiperactividad	102 ± 15	
Índice Global de Atención Auditiva	Atención Auditiva	-4.15 ± 1.57	t = -6.4 (6) p = .001
Tiempo de respuesta total promedio en milisegundos	Velocidad de procesamiento	67 ± 13	t = -8.5 (6) p = .0001
Tiempo de respuesta en ms. del minuto 16.3 al 21.6	Atención Sostenida	75 ± 11	t = -5.6 (6) p = .001
Variabilidad total del tiempo de respuesta en ms	Autorregulación de la atención	87 ± 14	t = -5 (6) p = .002
d' Sensibilidad perceptual del minuto cero al 5.3	Orientación preatencional.	79 ± 14	t = -11 (&) p = .0001
d' Sensibilidad perceptual total promedio	Atención selectiva	88 ± 17	t = -8.8 (6) p = .0001
d' Sensibilidad perceptual del minuto 11.3 al 16.3	Atención al cambio	90 ± 15	t = -8 (6) p = .0001
Omisiones promedio en la primera mitad	. Vigilancia o alerta tónica	85 ± 25	t = -3.4 (6) p = .014
Omisiones promedio en la segunda mitad	Alerta fásica	91 ± 19	
Comisiones promedio en la primera mitad	Atención al movimiento Impulsividad	87 ± 23	t = -5 (6) p = .002
Comisiones promedio en la segunda mitad	Atención a la inhibición del movimiento Hiperactividad	83 ± 18	t = -5.7 (6) p = .001

Tabla 10.

Variables de atención Visual y Auditiva y procesos asociados en G2.

n = 7

Variables TOVA	Tipos o procesos de atención asociados	Media y desviación	Anormal Por ser significativa inferior a la norma
Índice global de Atención Visual	Atención Visual	-4.6 ± 1.3	t = -9.1 (6) p = .0001
Tiempo de respuesta total. Promedio en milisegundos	Velocidad de procesamiento	85 ± 16	t = - 5.7 (6) p = .001
Tiempo de respuesta en ms del minuto 16.3 al 21.6	Atención Sostenida	86 ± 19	t = 4.9 (6) p = .003
Variabilidad total del tiempo de respuesta en ms	Autorregulación de la atención	78 ± 9	t = 3.5 (6) p = .011
d' Sensibilidad perceptual del minuto cero al 5.3	Orientación preatencional	81 ± 13	t = -4.5 (6) p = .004
d' Sensibilidad perceptual total promedio	Atención selectiva	74 ± 7	t = 8,4 (6) p = .0001
d' Sensibilidad perceptual del minuto 11.3 al 16.3	Atención al cambio	73 ± 8	t = 7.7 (6) p = .0001
Omisión errores promedio en la primera mitad	Vigilancia o alerta tónica	78 ± 29	t = 25 (6) p = .042
Omisión errores promedio en la segunda mitad	Alerta fásica	84 ± 15	t = 6.1 (6) p = .001
Comisión errores promedio en la primera mitad	Atención al movimiento Impulsividad	81 ± 27	t = 3 (6) p = .023
Comisión errores promedio en la segunda mitad	Atención a la inhibición de movimiento Hiperactividad	82 ± 18	t = 4.9 (6) p = .001
Índice global de Atención Auditiva	Atención Auditiva	-6.28 ± 2.1	t = -7.8 (6) p = .0001
Tiempo de respuesta total promedio en milisegundos	Velocidad de procesamiento	65 ± 11	t = -3.8 (6) p = .009
Tiempo de respuesta en ms. del minuto 16.3 al 21.6	Atención Sostenida	69 ± 15	t = 3.3 (6) p = .016
Variabilidad total del tiempo de respuesta en ms	Autorregulación de la atención	68 ± 17	t = 2.9 (6) p = .027
d' Sensibilidad perceptual del minuto cero al 5.3	Orientación preatencional.	58 ± 10	
d' Sensibilidad perceptual total promedio	Atención selectiva	74 ± 8	t = 8.3 (6) p = .0001
d' Sensibilidad perceptual del minuto 11.3 al 16.3	Atención al cambio	76 ± 8	t = 8.5 (6) p = .0001
Omisión errores promedio en la primera mitad	Vigilancia o alerta tónica	69 ± 24	
Omisión errores promedio en la segunda mitad	Alerta fásica	83 ± 20	t = 4.3 (6) p = .005
Comisión errores promedio en la primera mitad	Atención al movimiento Impulsividad	62 ± 20	
Comisión errores promedio en la segunda mitad	Atención a la inhibición del movimiento Hiperactividad	64 ± 17	

Diferencia en los Procesos de Atención visual y auditiva entre G1 y G2

La figura 5 ilustra las diferencias entre el G1 y el G2 en los procesos de atención visual; en el G1 (barras claras) todos fueron dentro de la norma; mientras que en el G2 (barras oscuras) todos

fueron desviados de la norma, pero la diferencia fue significativa únicamente en los procesos marcados con asterisco en la misma figura. Estos fueron variabilidad (autorregulación de la atención) $F(1,12) = 19.3, p = .001$; atención selectiva $F(1,12) = 18.7, p = .001$; atención al cambio $F(1,12) = 23.8, p = .0001$; alerta fásica $F(1,12) = 12.8, p = .004$; e hiperactividad o atención a la inhibición de la respuesta $F(1,12) = 4.8, p = .05$

Figura 5.

Procesos de Atención Visual en G1 y G2

G1 n = 7 G2 n = 7

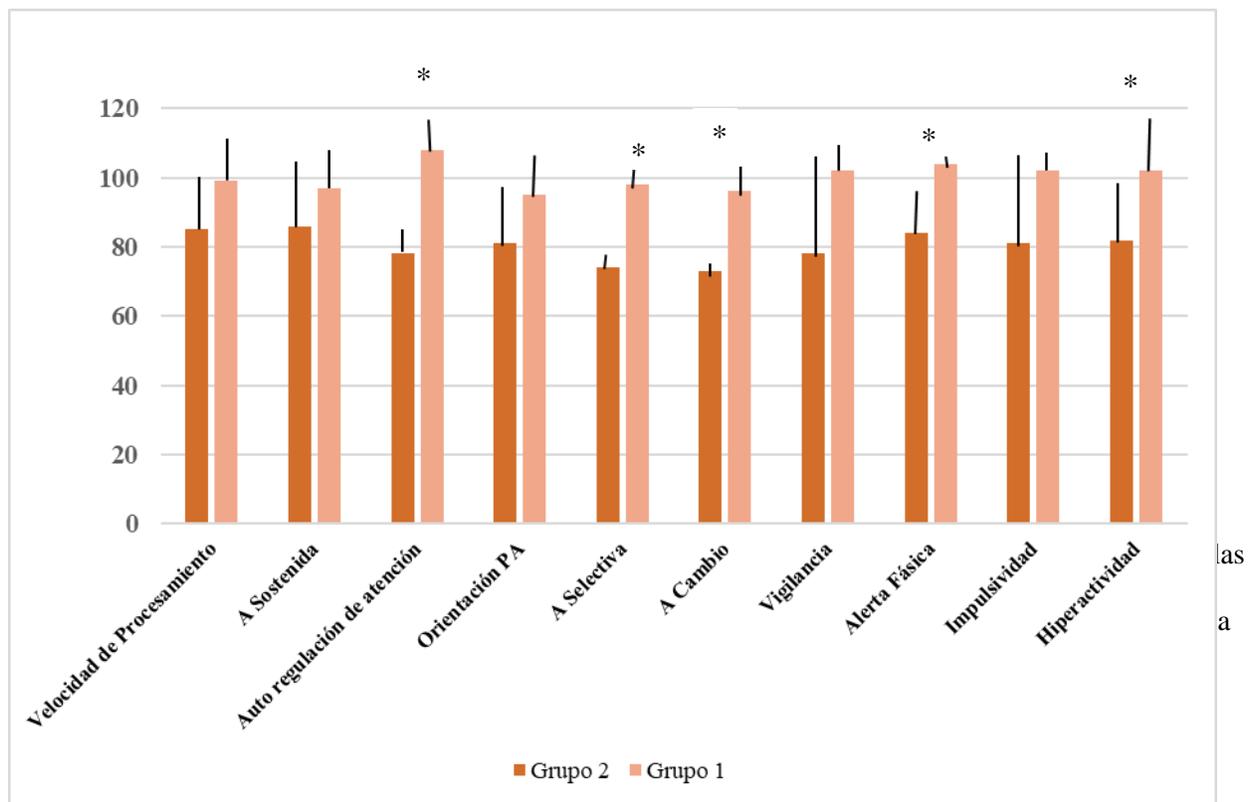
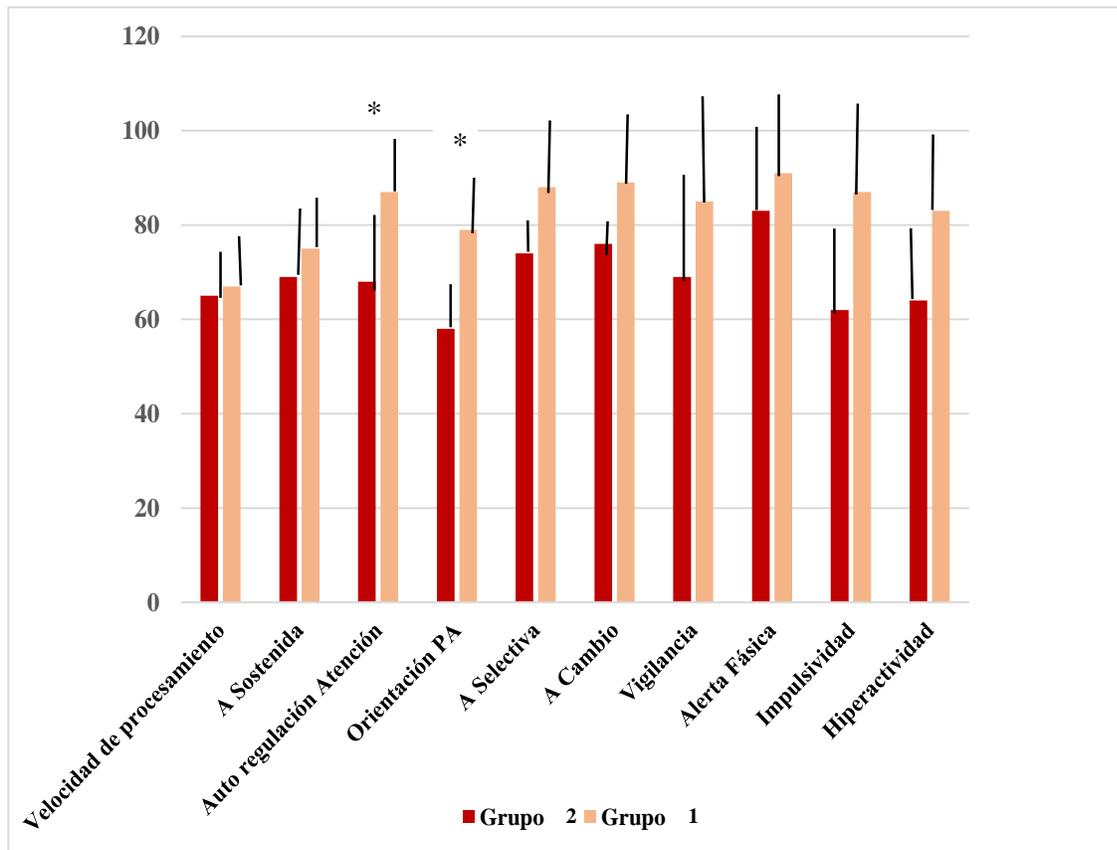


Figura 6.

Procesos de atención auditiva en G1 y G2

PUNTAJE TOVA

G1 n=7 G2 n= 7



Cabe recapitular que en los dos grupos los procesos de atención auditiva tuvieron mayor disfuncionalidad que los visuales; todos los procesos tuvieron mayor disfuncionalidad en el G2 que en el G1 y los procesos de atención visual fueron dentro de la norma en el G1, con diferencia significativa en el índice de atención global ($F(1,12) = 42.9, p = .0001$)

Electroencefalograma cuantitativo EEGc

La inspección visual del EEG coincidió con la realizada por tres especialistas en forma independiente

y anotada en el expediente de cada niño en que no hubo actividad paroxística, ni grafo-elementos compatibles con epilepsia en ninguno de los 14 niños con TDAH-c.

Tanto las variables dependientes como las independientes mostraron distribución normal (Kolmogorov-Smirnov, $p \geq 0.05$), con valores pequeños de Skewness o de simetría y Kurtois o de concentración.

Grupo G1: Potencia Absoluta e Índices electroencefalográficos

La PA de este grupo fue desviada de la norma ($Z \geq 2$ y $Z \leq -2$) en cinco niños (71.4%) en al menos una banda-frecuencia, en las derivaciones frontal izquierdas siendo significativamente superior a la norma en delta (puntaje de 46.8 a 89.8). Ver Tabla 11. En la figura 7 se representan las derivaciones con PA desviada de la norma.

La sensibilidad de la PA del EEGc con ojos cerrados para detectar niños con TDAH-c en este grupo fue de 71.4%; no se pudo calcular la especificidad porque no se tuvo grupo control.

Tabla 11.

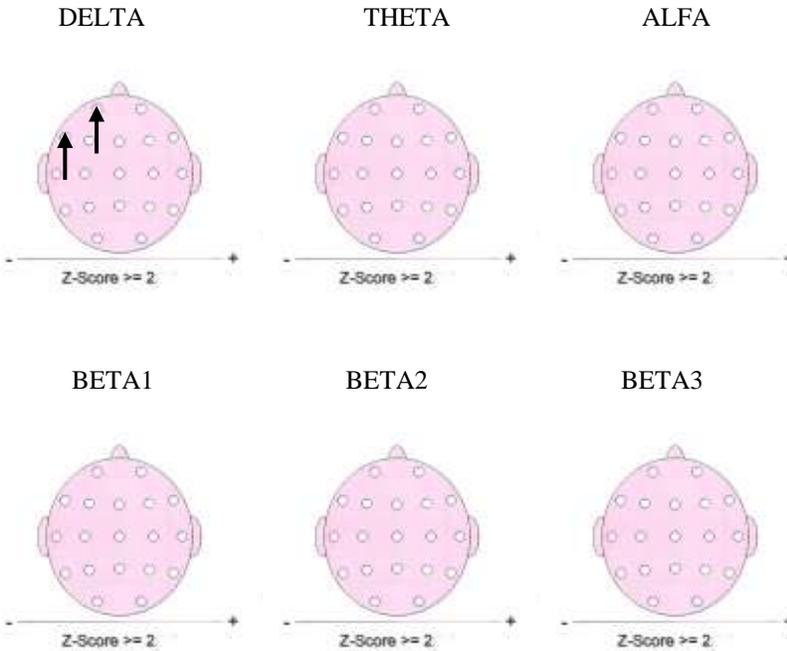
Potencia Absoluta de banda-frecuencia desviada de la norma en el Grupo 1 n = 7

Derivación	Frecuencia-banda	PA media y desviación estándar	Prueba t y significancia	Resultado
Fp1	Delta	62.85 ± 13.6	t = 2.49 (6) p = 0.047	↑
F7	Delta	60.91 ± 11.7	t = 2.46 (6) p = 0.049	↑

Se representan los valores en las derivaciones con potencia absoluta significativamente superior a la norma, valor t, grados de libertad, significancia. Flecha hacia arriba indica mayor que la norma.

Figura 7.

Derivaciones con potencia absoluta desviada de la norma en el G1.



Se representa en forma esquemática las derivaciones en las que las bandas de las diferentes frecuencias fueron anormales en el G1. La flecha indica valores significativamente mayores a la norma.

En el grupo G1 el índice de atención (PA theta/ alfa) y el índice de TDAH (PA theta / beta) fueron dentro de la norma en todas las derivaciones (no difirieron significativamente de la norma). Aunque 2 niños tuvieron ambos índices incrementados en alguna derivación, pero sin alcanzar el valor de desviación de la norma de 2.5, criterio establecido para niños entre 7 y 11 años (Thompson & Thompson, L., 2003); 4 lo tuvieron disminuido en alguna derivación y un niño no tuvo desviación de la norma. Ver figura 8

El índice de Alertamiento (PA alfa ojos cerrados / alfa ojos abiertos) tuvo valores de .88 a 1.45; en 6 niños fue inferior a la unidad en alguna derivación. Únicamente hubo disminución significativa en condición de ojos abiertos en Frontal derecho (F8) y en bioccipital (O1, O2). Ver tabla 12.

El índice de reactividad (PA alfa ojos abiertos/alfa ojos cerrados, tuvo valores de .76 a 1.1 en F8; de .80 a 1.1 en O1 y de .76 a 1.1 en O2.

Resumiendo: Índice electrofisiológico de atención e Índice electrofisiológico de TDAH estuvieron

dentro de límites normales; mientras que el Índice de alertamiento fue mayor a la unidad, pero desviado de la norma significativamente en F8, O1 y O2 en condición de ojos abiertos; mientras que el Índice de reactividad fue menor a la unidad. (Tabla 12)

Tabla 12.

Índice de Alertamiento en el G1 de niños con TDAH-c

n = 7

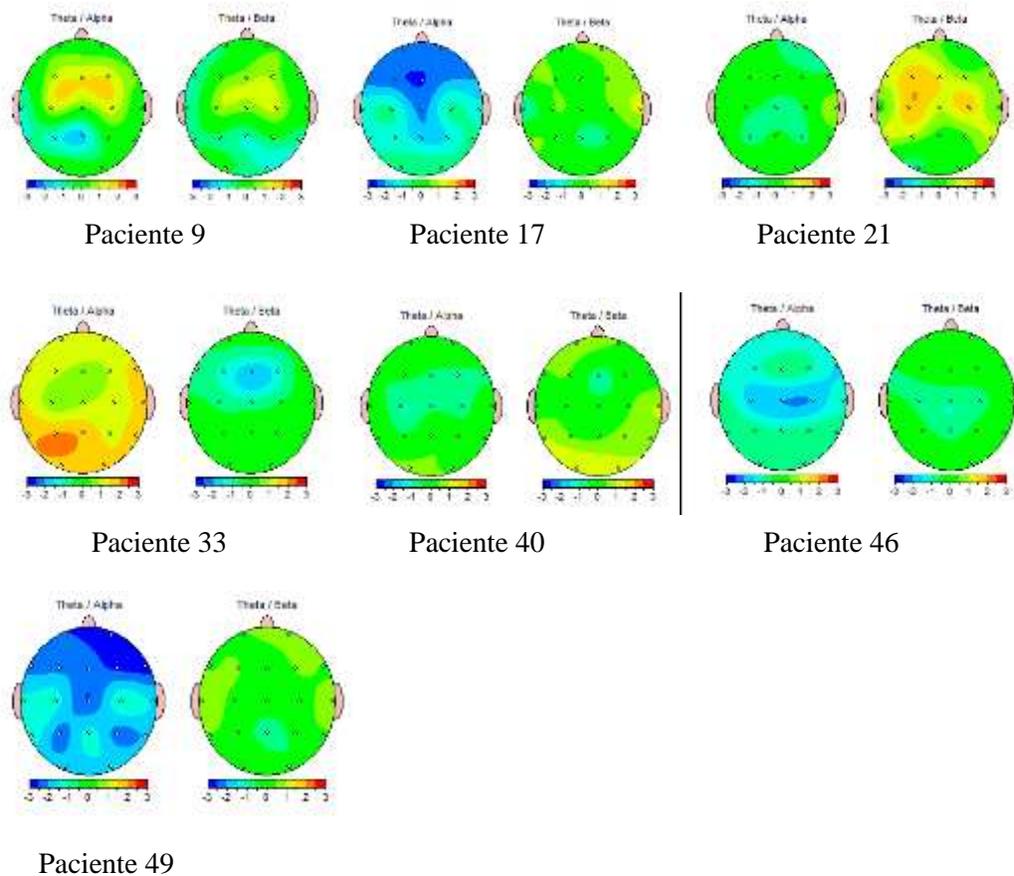
Derivación	Ojos Cerrados		Ojos Abiertos		Índice de Alertamiento <u>PA alfa ojos cerrados</u> PA alfa ojos abiertos
	Media y desviación	Diferencia contra la norma	Media y desviación	Diferencia contra la norma	
F8	50.20 ± 6.80	No significativa	47.14 ± 6.2	t = -3.43 (6) p = .037	1.06 ± .05
O1	48.34 ± 5.35	No significativa	45.57 ± 4.39	t = -2.66 (6) p = .014	1.06 ± .12
O2	47.08 ± 4.94	No significativa	44.00 ± 4.64	t = -3.43 (6) p = .014	1.06 ± .13

Oc = Ojos cerrados; Oa = Ojos abiertos.

En la figura 8 se muestran el índice electroencefalográfico de atención PA Theta/Alfa y el de TDAH, PA Theta/Beta resultante del mapeo cerebral de cada uno de los niños del G1. Se observa que las desviaciones cuantitativas de la norma no se repiten igual en todos los niños.

Figura 8.

Índices electroencefalográficos de Atención y de TDAH en el mapeo cerebral de cada niño del G1



Los colores indican los valores Z, gama del azul desviación de la norma por disminución; mientras que la gama del rojo es por aumento.

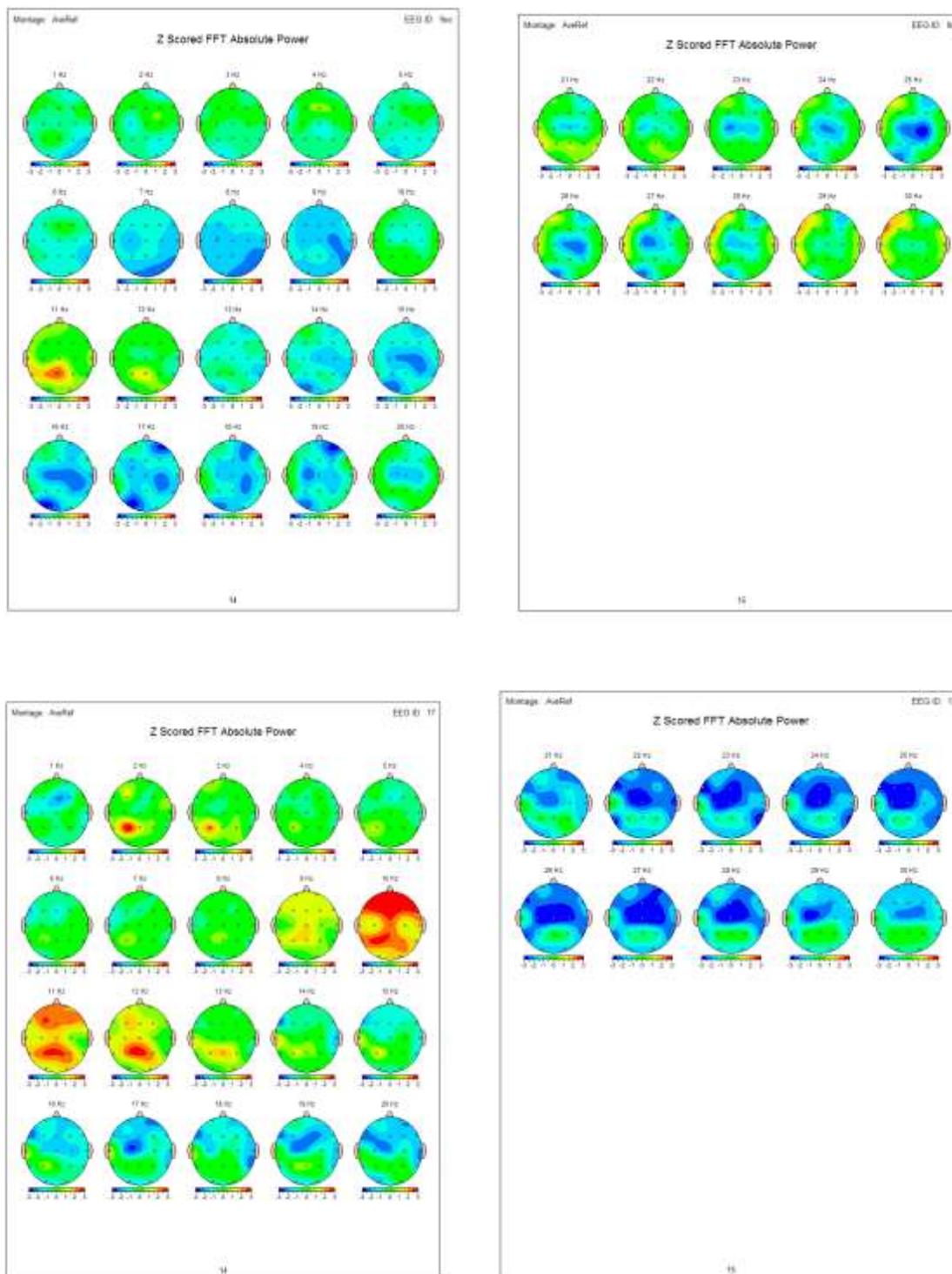
Potencia absoluta de cada una de las frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz).

Grupo 1

En las figuras 9-12 se muestra el mapeo cerebral de cada niño de este grupo. El color verde corresponde al 0 en valor Z. La desviación de la norma $Z \leq -1$ por disminución corresponde a la gama del azul y $Z \geq 1$ corresponde a la desviación por aumento en la gama del color rojo.

Figura 9.

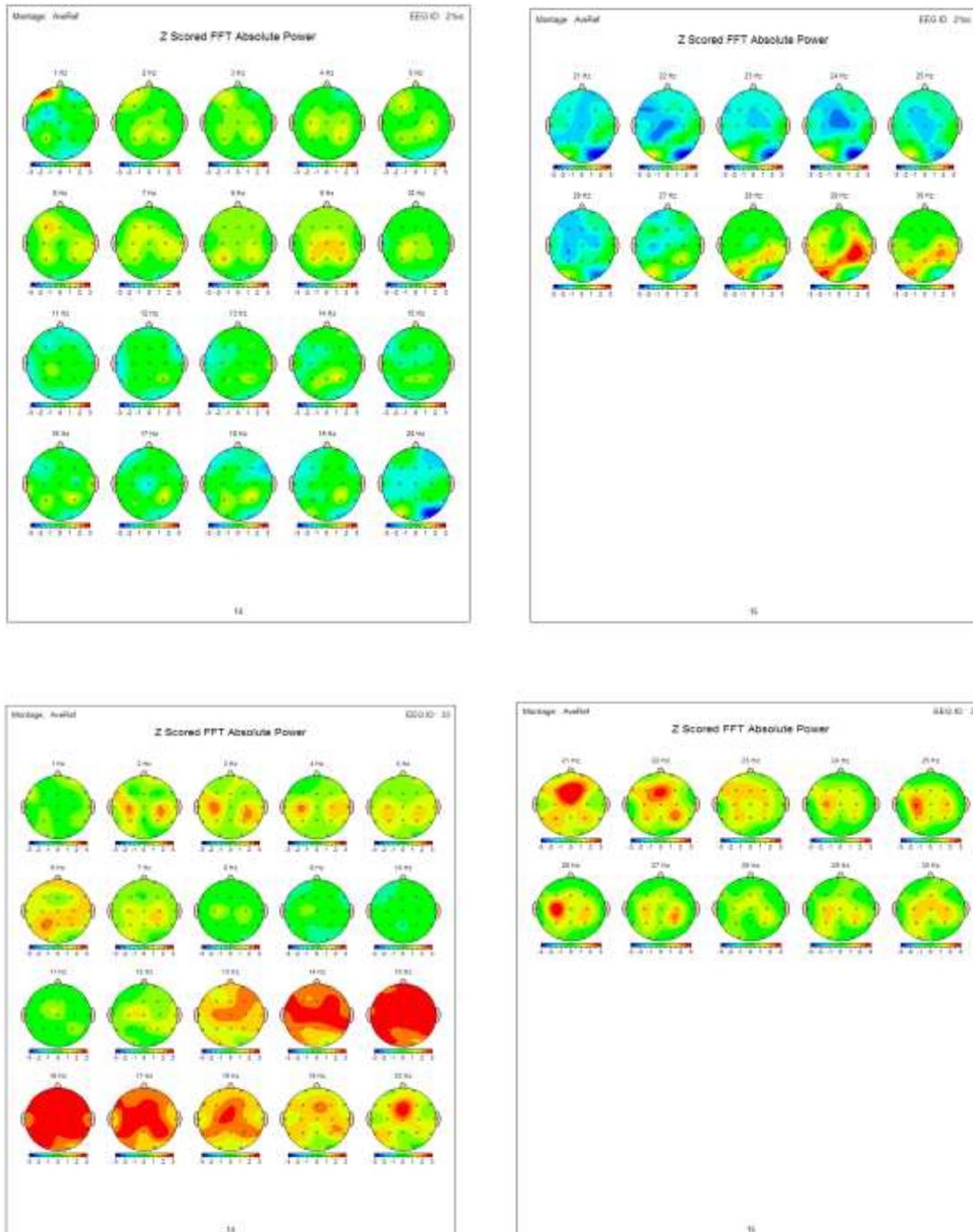
Mapeo cerebral de PA de las frecuencias aisladas de los niños del G1



Los colores indican los valores Z, gama del azul desviación de la norma por disminución; mientras que la gama del rojo es por aumento.

Figura 10

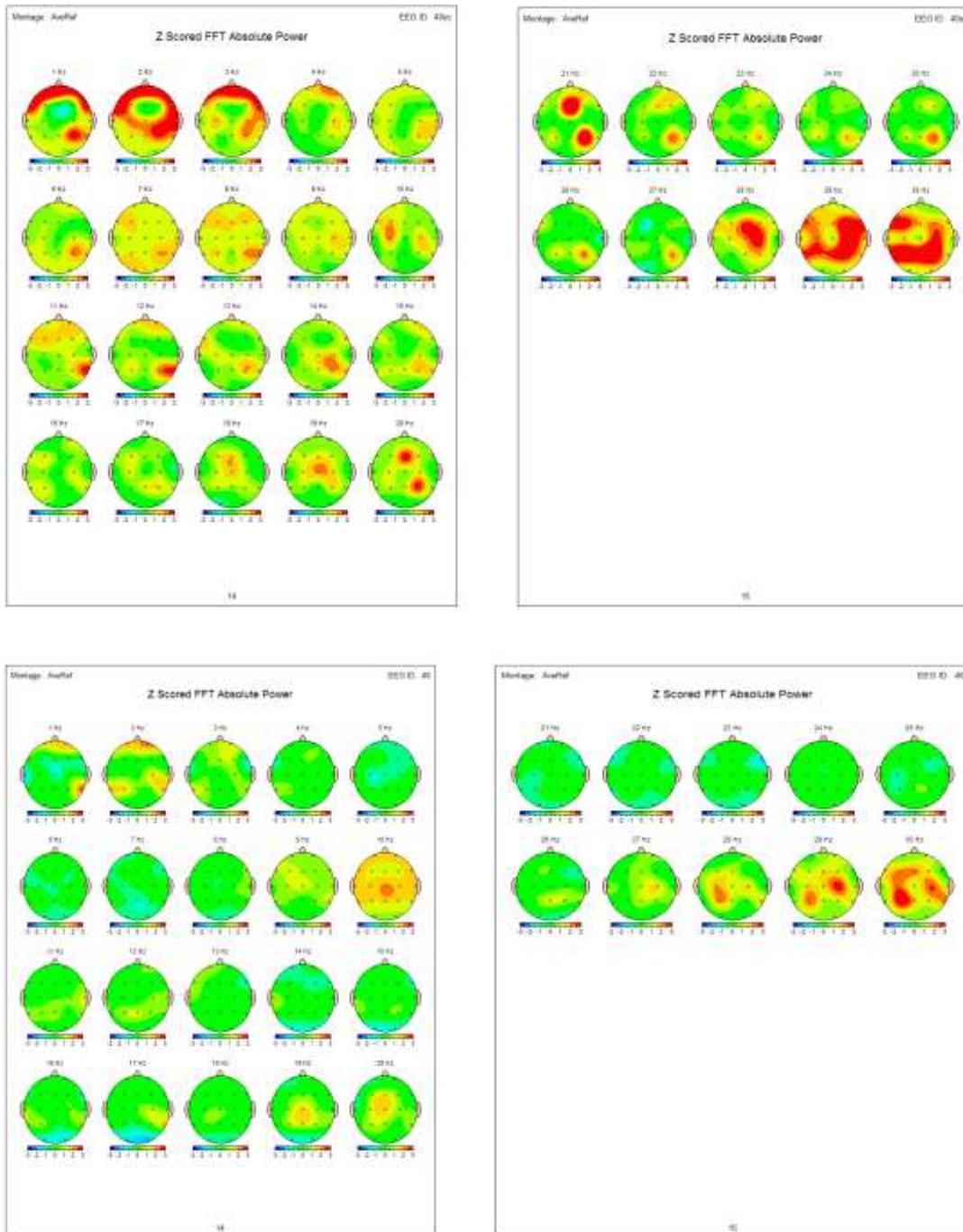
Mapeo cerebral de PA de las frecuencias aisladas de los niños del G1



Los colores indican los valores Z, gama del azul desviación de la norma por disminución; mientras que la gama del rojo es por aumento.

Figura 11

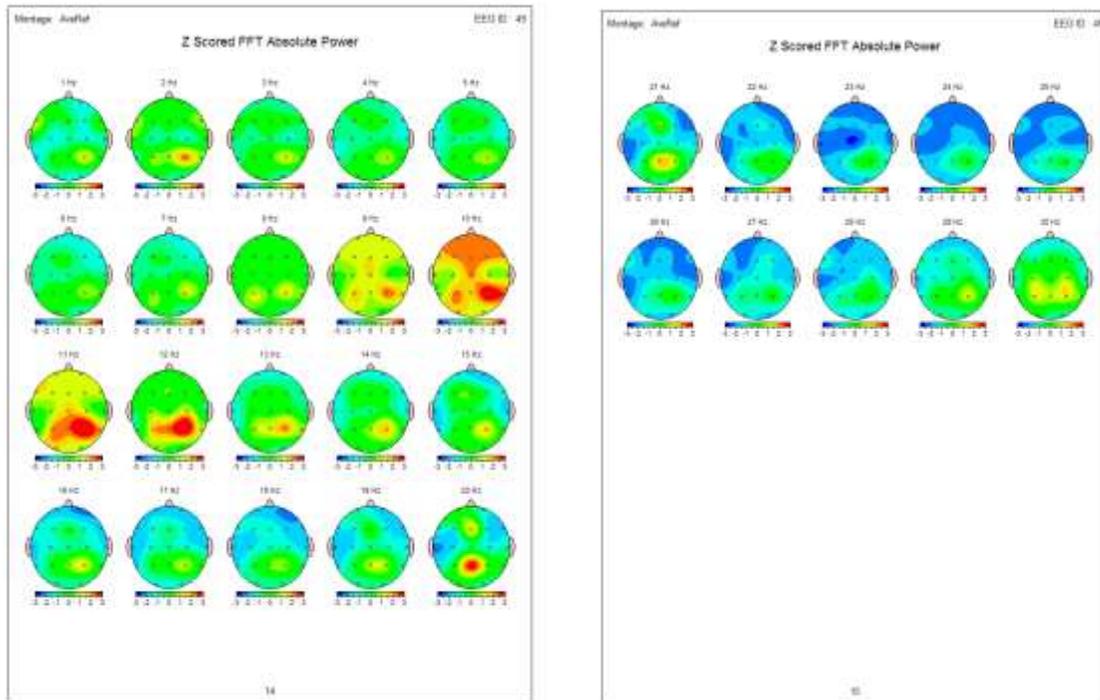
Mapeo cerebral de PA de las frecuencias aisladas de los niños del G1



Los colores indican los valores Z, gama del azul desviación de la norma por disminución; mientras que la gama del rojo es por aumento.

Figura 12

Mapeo cerebral de PA de las frecuencias aisladas de los niños del G1



Los colores indican los valores Z, gama del azul desviación de la norma por disminución; mientras que la gama del rojo es por aumento.

La PA de las frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz) de este grupo fue desviada de la norma ($Z \geq 2$ y $Z \leq -2$) en siete niños (100%) en al menos cuatro frecuencias aisladas. Por incremento y disminución ocurrió en cuatro niños (57.14 %); mientras que por incremento en tres niños (42.85%). Cinco niños (71.42%) tuvieron PA incrementada en las frecuencias 10 y 11 en las derivaciones frontales.

En síntesis: La PA se encontró incrementada en las frecuencias 1 a 4 Hz en frontal, temporal y parietal; en tanto que el incremento en las frecuencias 9 a 13 Hz ocurrió en todas las áreas corticales menos en occipital y en las frecuencias 20, 22, 28, 29 y 30 Hz el incremento fue en Parietal. En el grupo G1, el dato más relevante fue un aumento generalizado de la PA por encima de la norma en prácticamente todas las derivaciones del EEG. En la Tabla 13; en rojo se marcan las frecuencias con PA desviadas de la norma por incremento y en azul por disminución que ocurrió únicamente en Cz.

Tabla 13

Potencia Absoluta de frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz) desviadas significativamente de la norma en el G1 n = 7

Frecuencia	Banda	Derivación	Media y desviación	Significancia
1	Delta	P3	53.57 ± 2.4	t = 3.9 (6) p = .008
1		Cz	42.86 ± 4.9	t = - 3.9 (6) p = .008
2		F3	56.43 ± 4.8	t = 3.6 (6) p = .012
2		P3	60 ± 10.4	t = 2.5 (6) p = .044
2		T3	55.71 ± 5.3	t = 2.8 (6) p = .030
2		T5	56.43 ± 5.6	t = 3.1 (6) p = .022
2		F4	53.5 ± 3.8	t = 2.5 (6) p = .047
3		F3	54.39 ± 1.9	t = 6.0 (6) p = .001
4	Theta	C3	56.43 ± 6.0	t = 2.5 (6) p = .049
9	Alfa	Cz	58.57 ± 9.0	t = 2.5 (6) p = .045
10		P3	62.14 ± 10.7	t = 3.0 (6) p = .024
10		T5	57.14 ± 7.6	t = 2.5 (6) p = .047
10		P4	61.43 ± 8.0	t = 3.8 (6) p = .009
10		F8	62.14 ± 11.5	t = 2.8 (6) p = .031
10		T4	57.14 ± 5.7	t = 3.3 (6) p = .016
10		T6	60.0 ± 8.2	t = 3.3 (6) p = .018
11		C3	55.0 ± 4.1	t = 3.3 (6) p = .018
11		P3	60.71 ± 7.9	t = 3.7 (6) p = .011
11		F7	58.57 ± 6.3	t = 3.7 (6) p = .011
11		F4	56.43 ± 5.6	t = 3.1 (6) p = .022
11		C4	55.71 ± 3.5	t = 4.4 (6) p = .005
11		P4	60.71 ± 8.4	t = 3.4 (6) p = .015
11		F8	57.14 ± 4.9	t = 3.9 (6) p = .008
11		T4	55.0 ± 2.3	t = 4.9 (6) p = .004
11		Cz	57.86 ± 5.7	t = 3.7 (6) p = .010
11	Pz	62.86 ± 10.7	t = 3.2 (6) p = .019	
12	Beta 1	P3	57.86 ± 7.6	t = 2.8 (6) p = .033
12		P4	62.14 ± 9.9	t = 3.2 (6) p = .018
12		Pz	62.14 ± 11.1	t = 2.9 (6) p = .028
13		Pz	57.14 ± 6.4	t = 3.0 (6) p = .025
20	Beta 3	P3	57.86 ± 5.7	t = 3.7 (6) p = .010
22		P4	58.57 ± 8.5	t = 2.7 (6) p = .037
28	Beta alta	P3	57.86 ± 8.1	t = 2.6 (6) p = .042
29		P3	62.14 ± 9.9	t = 3.2 (6) p = .018
30		P3	64.29 ± 11.7	t = 3.3 (6) p = .018
30		P4	61.43 ± 9.4	t = 3.2 (6) p = .019
30		Pz	61.43 ± 9.9	t = 3.1 (6) p = .022

En rojo PA de frecuencias aisladas superiores significativamente a la norma y en azul inferiores; y la derivación en que ocurrió

Grupo 2: Potencia Absoluta e Índices electroencefalográficos,

Cinco niños (71.4%) de este grupo mostraron en el EEGc PA desviada significativamente de la norma ($Z \geq 2$ y $Z \leq -2$) en al menos una banda-frecuencia (delta, theta, alfa, beta 1 y beta 2), la localización tendió a ser en las derivaciones central-témporo-occipital por disminución (puntaje de 22.9 a 55.1); mientras que la PA desviada de la norma por incremento (puntaje de 49.7 a 73.4) ocurrió en las banda-frecuencia alfa, beta 3 y beta alta en las derivaciones parietales (Pz, P3 y P4). En la tabla 14 se representan las bandas-frecuencia anormales comparadas contra la norma; así como la derivación en la que fue significativamente desviada, el valor promedio, la desviación estándar, los grados de libertad y la significancia.

En la figura 13 se ilustran en esquema las derivaciones con PA anormal en alguna frecuencia-banda del G2. La flecha hacia arriba es por aumento y hacia abajo es por disminución de la norma.

Tabla 14.

Potencia Absoluta de banda-frecuencia desviada de la norma en el Grupo 2

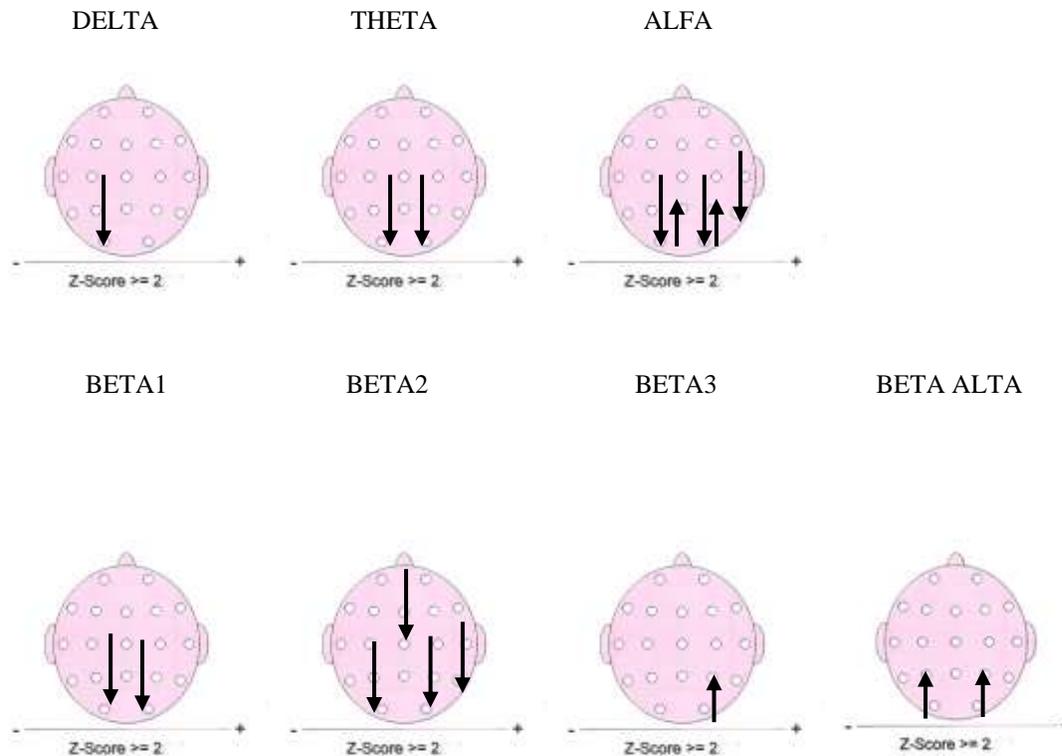
n = 7

Derivación	Frecuencia-banda	PA Media y desviación estándar	Prueba t (gl) y significancia	Resultado
O1	Delta	42.15 ± 6.9	t= -3.0 (6) p =.024	↓
O1	Theta	40.32 ± 8.0	t= -3.2(6) p =.019	↓
O2	Theta	40.80 ± 7.9	t=-3.1(6) p =.021	↓
T6	Alfa	42.11 + 6.2	t= -3.3 (6) p =.016	↓
P4	Alfa	57.42 ± 3.3	t=5.9 (6) p =.001	↑
Pz	Alfa	54.68 + 4.4	t=2.8 (6) p =.031	↑
O1	Alfa	41.55 ± 2.4	t =-9.5 (6) p =.0001	↓
O2	Alfa	42.20 ± 4.5	t = -4.6 (6) p =.004	↓
O1	Beta 1	39.78 ± 9.1	t=-2.9 (6) p =.025	↓
O2	Beta 1	39.71 ± 9.8	t= -2.8 (6) p =.033	↓
Cz	Beta 2	46.27 ± 8.1	t= -4.5 (6) p =.004	↓
T6	Beta 2	39.52 ± 8.8	t= -3.2 (6) p =.020	↓
O1	Beta 2	35.61 ± 7.4	t= -5.1 (6) p =.002	↓
O2	Beta 2	37.11 ± 8.8	t= -3.9 (6) p =.008	↓
P4	Beta 3	59.65 ± 8.6	t= 3.0 (6) p =.025	↑
P3	Beta alta	56.05 ± 4.9	t= 3.3 (6) p =.020	↑
P4	Beta alta	57.74 ± 6.5	t=3.2 (6)p =.020	↑

Se representan los valores promedio y desviación estándar, valores t, grados de libertad, significancia asociada y resultado de comparar contra la norma. Flecha hacia arriba indica mayor a la norma y la flecha hacia abajo menor.

Figura 13.

Derivaciones con potencia absoluta banda-frecuencia desviada de la norma en el G2.



Se representa en forma esquemática las derivaciones en las que las bandas de las diferentes frecuencias fueron desviadas de la norma en el G2. La flecha hacia arriba indica valores significativamente mayores a la norma; mientras que la flecha hacia abajo son valores inferiores.

La sensibilidad de la PA del EEGc con ojos cerrados para detectar niños con TDAH fue de 71.4%; no se pudo calcular la especificidad porque no se tuvo grupo control.

Los índices electroencefalográficos de atención (PA Theta/alfa), de TDAH (PA Theta/beta) tendieron a ser inferiores a la norma, con valor significativo en la derivación parietal derecha, (valor Z rango de -1.89 a 0.12 y de -1.78 a 0.70 respectivamente); un niño tuvo Theta/ alfa con incremento y dos niños Theta/Beta con incremento, sin llegar al valor de 2.5 que se considera crítico para niños de 7 a 11 años (Thompson, & Thompson, L., 2003). Ver tabla15

El índice de Alertamiento (PA alfa ojos cerrados / alfa ojos abiertos) tuvo valores de .90 a 1.56; en 4 niños fue inferior a la unidad en alguna derivación. Los resultados significativos tuvieron el Índice de Alertamiento mayor a la unidad tanto por incremento como por disminución de PA alfa. La tendencia fue a tener PA alfa disminuida ($Z \leq -2$) en condición de ojos abiertos, resultando significativo en área Fronto-temporal (Fp2, F8, T3, T4, T5); en condición de ojos cerrados y abiertos en T6 y bioccipital (O1 y O2); mientras que en Parietal (P4 y Pz) tuvo incremento en ojos cerrados y P4 disminución con ojos abiertos. Ver tabla 16. El índice de reactividad PA alfa ojos abiertos/ alfa ojos cerrados, fue de .80 a 1.1 en F8; de .76 a 1 en T6; de .77 a 1.1 en O1 y de .81 a 1.1 en O2; mientras que en P4 fue de .77 a .86

Resumiendo: Índice electrofisiológico de atención e Índice electrofisiológico de TDAH estuvieron disminuidos significativamente de la norma en P4; mientras que los Índices de alertamiento y de reactividad fueron desviados de la norma significativamente en Fp2, F8, T3, T4, T5, T6, P4, Pz, O1 y O2.

Tabla 15.

Índices de Atención y de TDAH desviados de la norma en el Grupo 2.

n = 7

Razón	Derivación	PA media	Desviación estándar	t	gl	Significancia	Resultado
Theta/alfa Índice de Atención	P4	39.97	9.1	-2.9	6	.027	↓
Theta/beta Índice de TDAH	P4	41.90	7.3	-2.9	6	.026	↓

Se representa la derivación en la que los índices fueron significativamente menores a la norma. Aparecen los valores promedio, desviación estándar, valores t, grados de libertad, significancia asociada y resultado de comparar contra la norma.

Tabla 16.

Índice de Alertamiento en el G2

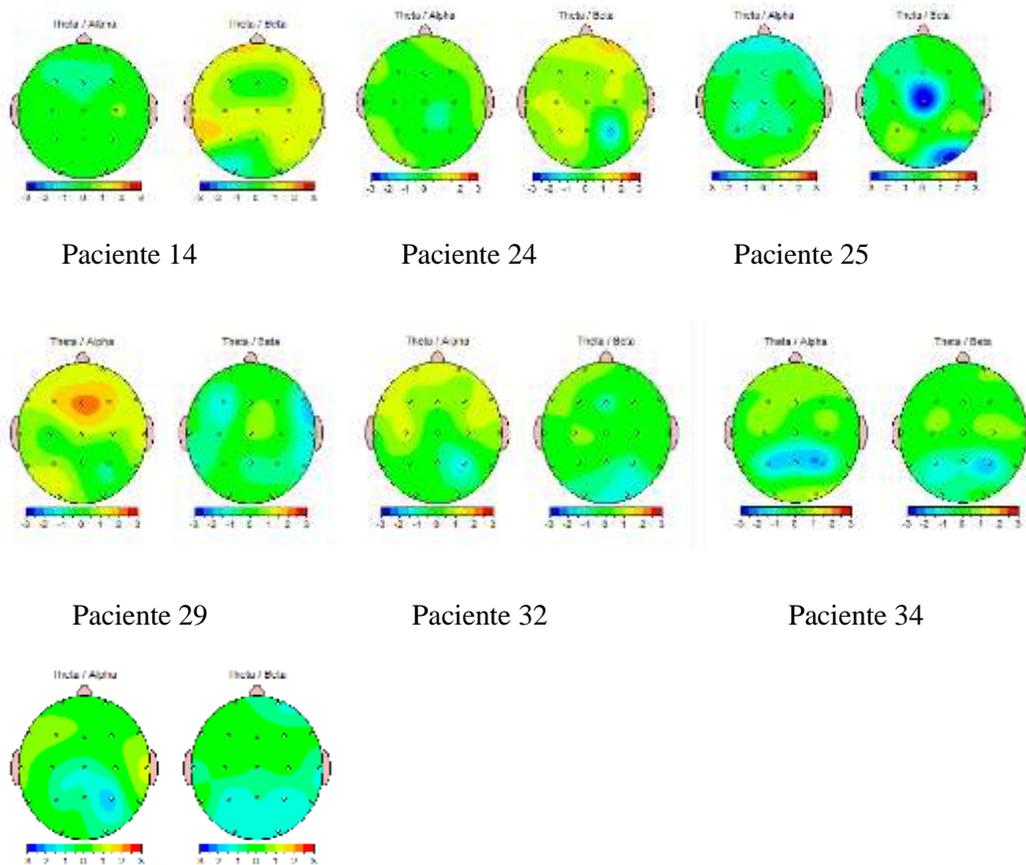
n = 7

Derivación	Ojos Cerrados		Ojos Abiertos		Índice de Alertamiento PA alfa ojos cerrados PA alfa ojos abiertos
	Media y desviación	Diferencia contra la norma	Media y desviación	Diferencia contra la norma	
Fp2	47.80 ± 5.0	No significativo	44.4 ± 4.3	t = -3.38 (6) p = .015	1.07 ± .08
F8	46.60 ± 6.2	No significativo	42.2 ± 6.4	t = -3.06 (6) p = .022	1.07 ± .09
T3	46.21 ± 6.5	No significativo	43.3 ± 9.2	t = -3.4 (6) p = .014	1.06 ± .1
T4	46.64 ± 4.9	No significativo	43.45 ± 8.3	t = -4.4 (6) p = .004	1.06 ± .09
T5	46.87 ± 4.8	No significativo	42.2 ± 9.1	t = -3.6 (6) p = .011	1.13 ± .13
T6	42.11 ± 6.2	t = -3.3 (6) p = .016	40.87 ± 7.9	t = -5.1 (6) p = .002	1.06 ± .09
P4	57.42 ± 3.3	t = 5.9 (6) p = .001	45 ± 4.39	t = -3.0 (6) p = .024	1.28 ± .13
Pz	54.68 ± 4.4	t = 2.8 (6) p = .031	47.71 ± 5.5	No significativo	1.14 ± .1
O1	41.55 ± 2.3	t = -9.5 (6) p = .0001	38.14 ± 5.04	t = -6.2 (6) p = .001	1.09 ± .1
O2	42.20 ± 4.5	t = -4.6 (6) p = .004	39.0 ± 6.2	t = -4.6 (6) p = .003	1.08 ± .1

En la figura 14 se muestran el Índice electroencefalográfico de Atención (PA Theta/Alfa) y el Índice de TDAH (PA Theta/ Beta) resultante en el mapeo cerebral de cada uno de los niños del G2. Al igual que en los anteriores bajo cada figura se muestra la calibración en colores de los valores Z; en la gama del azul se muestra desviación de la norma por disminución; mientras que en la gama del rojo la desviación es por aumento.

Figura 14

Índices electrofisiológicos de Atención y de TDAH en el mapeo cerebral de cada niño del G2



Paciente 42

Los colores indican los valores Z, gama del azul desviación de la norma por disminución; mientras que la gama del rojo es por aumento.

Grupo 2 PA de las frecuencias aisladas (1 Hz a 30nHz)

La PA de las frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz) de este grupo fue desviada de la norma ($Z \geq 2$ y $Z \leq -2$) en siete niños (100%) en al menos 2 distintas frecuencias aisladas; en cuatro niños (57.14%) fue por incremento; en dos niños (28.57 %) fue por incremento y disminución; y en un niño (14.28%) fue por disminución.

La PA disminuida significativamente ocurrió en las frecuencias aisladas 1, 14, 15, 16, y 18 Hz en derivaciones prefrontal, frontal, temporal y occipital; en las frecuencias 2,7,8, y 9 Hz en occipital; 20 Hz en prefrontal, 24 Hz en Central (Cz) y 25 Hz en frontal y Cz.

La PA con incremento significativo ocurrió en las frecuencias de 2 Hz en frontal; de 3 Hz en Prefrontal; de 10 y 11 Hz en Prefrontal, Frontal y Parietal; de 12, 13, 18, 22 y 24 Hz en Parietal; y de 25 a 30 Hz en todas las áreas corticales. Debe destacarse que en la corteza Parietal sólo hubo desviación de la norma por incremento. En la tabla 17 se marca con azul la PA desviada significativa de la norma por disminución y en rojo por incremento para cada frecuencia aislada, en cada una de las derivaciones corticales.

En las figuras 15-18 se muestra el mapeo cerebral de las frecuencias aisladas (1Hz a 30 Hz) de cada uno de los niños del G2.

Resumiendo: La PA de frecuencias 1-2 Hz tuvo disminución en las derivaciones frontal, temporal y occipital; 7 a 9 Hz en las derivaciones occipital bilaterales y 14 a 18 Hz disminuyeron en frontal, temporal y occipital. La PA incrementó en las frecuencias 3 Hz en prefrontal bilateral; 10 a 13 Hz en frontal y parietal y 25 a 30 Hz incrementaron en todas las derivaciones.

Los cambios estadísticamente significativos encontrados en el análisis de la PA de las frecuencias aisladas en el EEGc de los niños con TDAH que correspondieron al grupo G2, es decir con inatención visual, fueron múltiples. Los cambios principales fueron una disminución de la PA de las bandas EEG delta, theta y alfa. En cambio, también fue significativo el aumento de la PA de la banda beta alta en prácticamente todas las derivaciones del EEG. Estos cambios fueron más evidentes en el análisis de frecuencias aisladas.

Tabla 17.

PA con desviación de la norma por disminución o incremento en las frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz) en el G2 n = 7

Frecuencia	Frecuencia-Banda	Derivación	Media y desviación	Prueba t y significancia	
1	Delta	Fz	35.71 ± 8.9	t = -4.3 (6) p = .005	
1		F4	37.85 ± 7.6	t = -4.3 (6) p = .005	
1		T3	44.29 ± 5.3	t = -2.8 (6) p = .030	
1		T5	42.14 ± 5.7	t = -3.7 (6) p = .010	
1		T6	39.29 ± 7.3	t = -3.9 (6) p = .008	
1		O1	42.14 ± 5.7	t = -3.7 (6) p = .010	
2		F7	59.29 ± 7.9	t = -3.1 (6) p = .021	
2		O1	43.57 ± 6.3	t = -2.7 (6) p = .035	
2		O2	42.86 ± 7.0	t = -2.7 (6) p = .035	
3		Fp1	56.43 ± 10.1	t = 2.5 (6) p = .049	
3		Fp2	55.71 ± 6.1	t = 2.5 (6) p = .047	
7		Theta	O1	40.71 ± 10.0	t = -2.5 (6) p = .045
7			O2	40.71 ± 9.8	t = -2.5 (6) p = .045
8	Alfa	O1	40.71 ± 8.4	t = -2.9 (6) p = .026	
9		O2	42.86 ± 4.9	t = -3.9 (6) p = .008	
10		P4	58.5 ± 3.8	t = 6 (6) p = .001	
10		Pz	55.71 ± 4.5	t = 3.4 (6) p = .015	
11		Fp2	54.29 ± 3.5	t = 2.5 (6) p = .045	
11		F3	54.29 ± 3.5	t = 3.3 (6) p = .017	
11		Fz	54.29 ± 3.5	t = 3.3 (6) p = .017	
11		P3	62.14 ± 8.6	t = 3.7 (6) p = .010	
11		P4	65.71 ± 11.0	t = 3.8 (6) p = .009	
11		Pz	64.29 ± 9.8	t = 3.8 (6) p = .008	
12	Beta 1	P3	60 ± 7.1	t = 3.7 (6) p = .040	
12		Pz	52.14 ± 11.9	t = 2.7 (6) p = .035	
13		P4	57.24 ± 7.6	t = 2.5 (6) p = .047	
13		Pz	55.71 ± 4.4	t = 3.3 (6) p = .015	
14		T5	43.57 ± 6.3	t = -2.7 (6) p = .035	
15	Beta 2	Fp2	44.29 ± 5.3	t = -2.8 (6) p = .030	
15		O2	43.14 ± 7.6	t = -2.8 (6) p = .033	
16	Beta 2	Fp1	43.57 ± 6.3	t = -2.7 (6) p = .035	
16		Fp2	40.71 ± 4.5	t = -5.5 (6) p = .002	
16		F8	44.29 ± 5.3	t = -2.8 (6) p = .030	
16		O2	39.29 ± 9.3	t = -3.0 (6) p = .023	
18		Fp2	42.14 ± 5.7	t = -3.7 (6) p = .010	
18	P4	53.57 ± 3.8	t = 2.5 (6) p = .047		
20	Beta 3	Fp2	43.57 ± 6.3	t = -2.7 (6) p = .035	
22		P4	60.71 ± 9.8	t = 2.9 (6) p = .027	
24	Beta alta	Cz	40.71 ± 9.8	t = -2.5 (6) p = .045	
24		P3	52.86 ± 2.7	t = 2.8 (6) p = .030	
25		F4	43.57 ± 6.3	t = -2.7 (6) p = .035	
25		Cz	40.71 ± 9.8	t = -2.5 (6) p = .045	
25		P4	54.29 ± 3.5	t = 3.2 (6) p = .017	
27		P4	55 ± 4.1	t = 3.2 (6) p = .018	
28		P3	57.86 ± 5.7	t = 3.7 (6) p = .010	
28		P4	57.86 ± 5.7	t = 3.7 (6) p = .010	
29		Fz	58.57 ± 9	t = 2.5 (6) p = .045	
29		C3	59.29 ± 9.3	t = 2.6 (6) p = .039	
29		C4	58.57 ± 5.6	t = 4.1 (6) p = .007	
29		T3	60.71 ± 8.4	t = 3.4 (6) p = .015	
29		P3	62.14 ± 6.4	t = 5.1 (6) p = .002	
29		Pz	57.14 ± 3.9	t = 4.8 (6) p = .003	
29		O2	56.43 ± 6.9	t = 2.5 (6) p = .049	
30		C3	58.57 ± 8.1	t = 2.8 (6) p = .030	
30		C4	60.71 ± 9.8	t = 2.9 (6) p = .027	
30		T3	62.14 ± 11.9	t = 2.7 (6) p = .035	
30	T4	60 ± 10.8	t = 2.4 (6) p = .050		
30	P3	64.29 ± 6.1	t = 6.2 (6) p = .001		
30	P4	64.29 ± 7.9	t = 4.8 (6) p = .003		
30	Pz	60.71 ± 7.9	t = 3.6 (6) p = .011		
30	O1	60 ± 10.5	t = 2.5 (6) p = .044		

Figura 15

Mapeo cerebral de PA de las frecuencias aisladas de niños del G 2

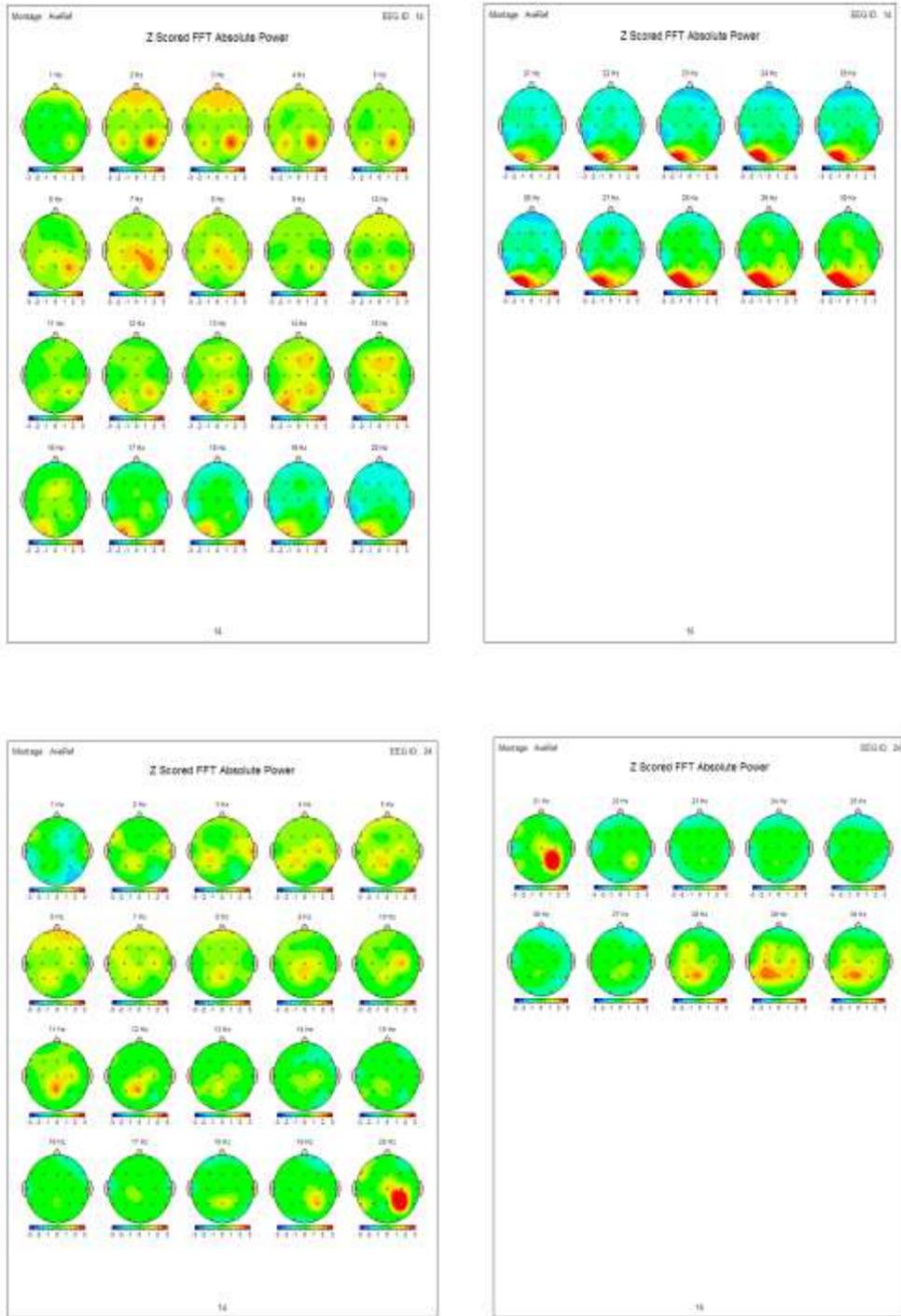


Figura 16

Mapeo cerebral de PA de las frecuencias aisladas de niños del G 2

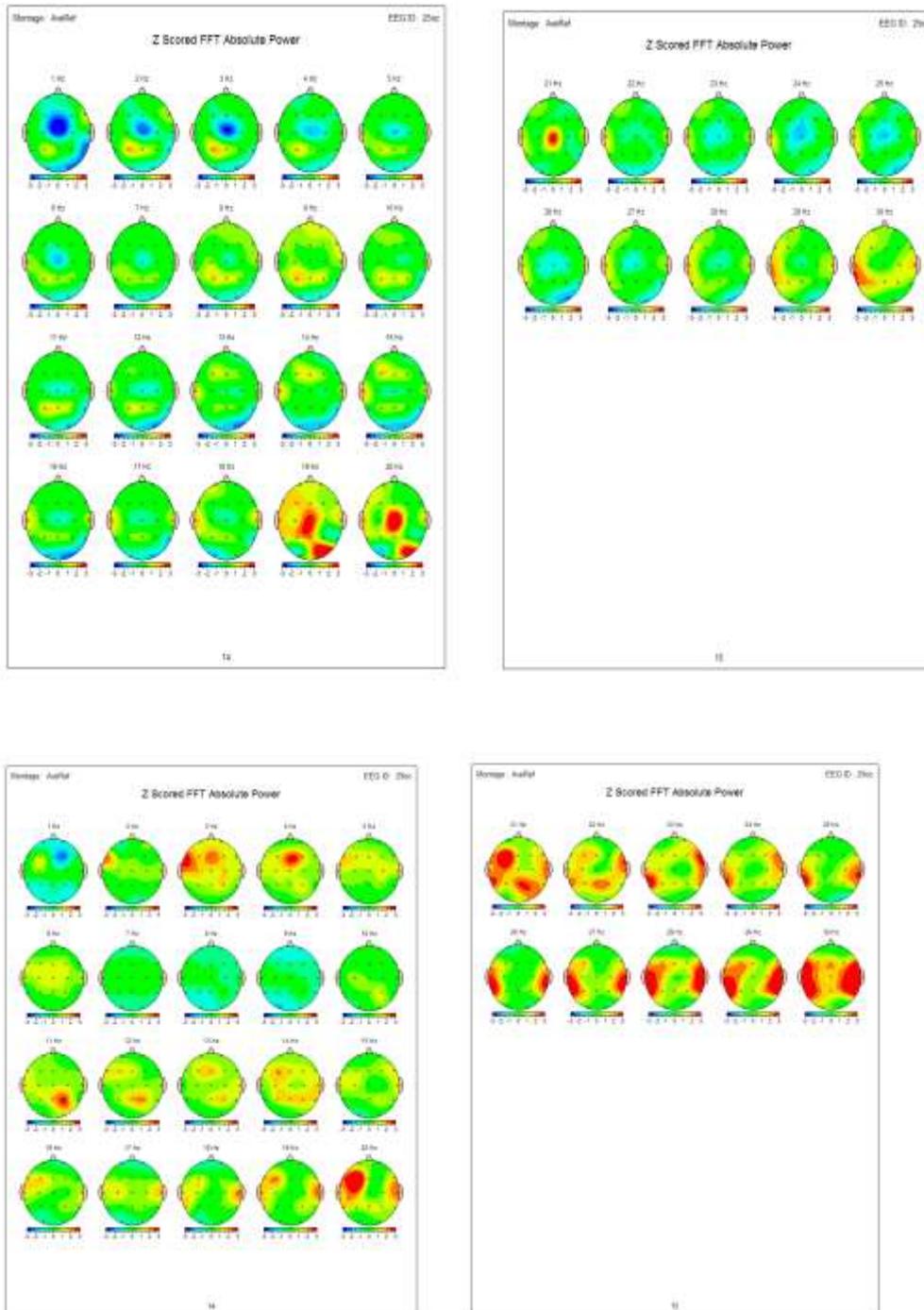


Figura 17

Mapeo cerebral de PA de las frecuencias aisladas de niños del G 2

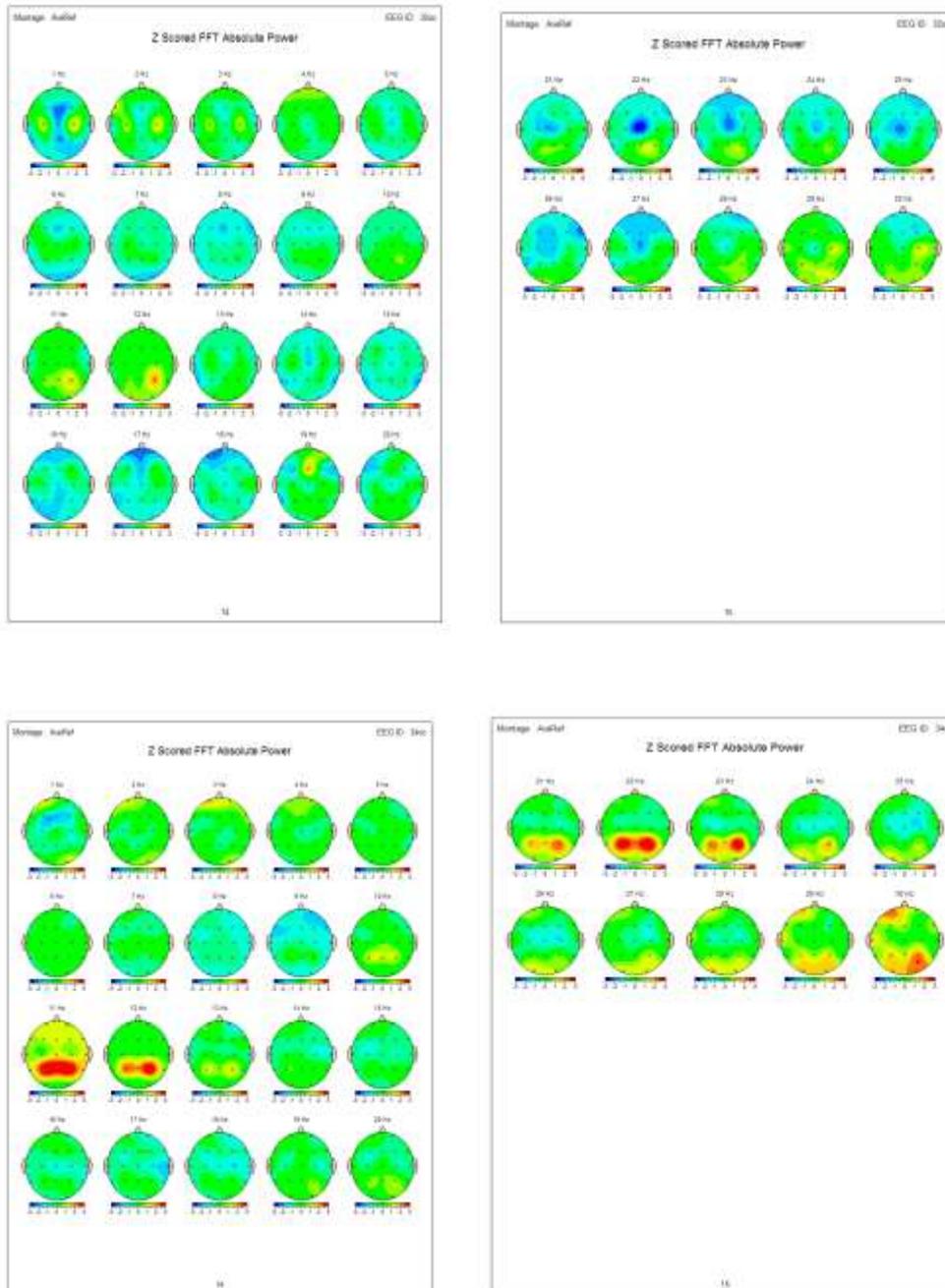
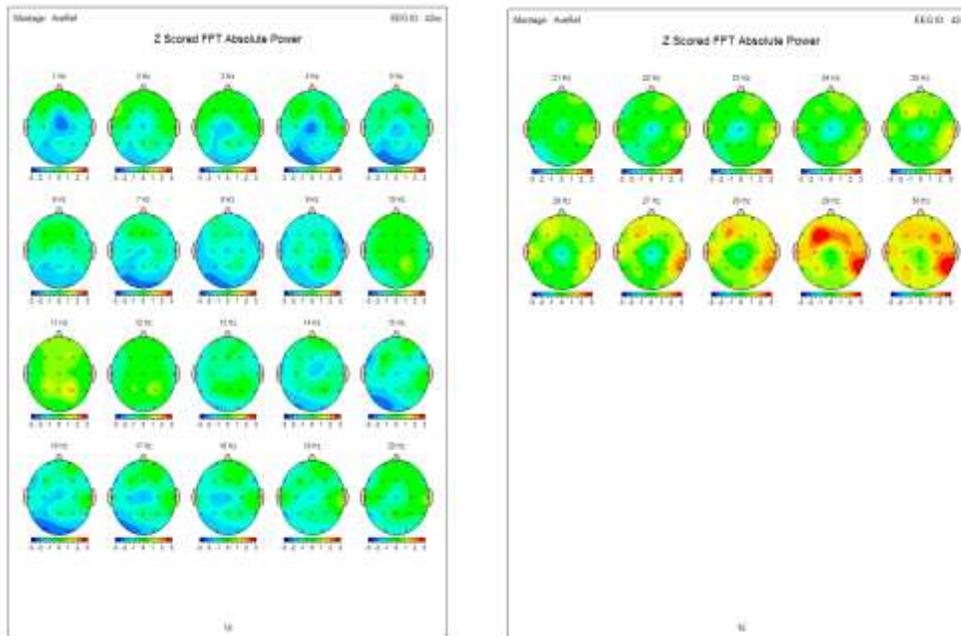


Figura 18

Mapeo cerebral de PA de las frecuencias aisladas de niños del G 2



Comparación entre los grupos G1 y G2

EEGc

La PA del G1 fue mayor significativamente que la PA del G2 en la banda-frecuencia delta en las derivaciones F4, T6 y O1; en theta y alfa en las derivaciones T6 y O1; y en beta 2 en T5 y T6. Ver tabla 18.

Tabla 18

Potencia Absoluta de las frecuencia-banda-derivación diferente significativamente entre los G1 y G2
n = 7 en cada grupo

Derivación	Frecuencia-banda	Grupo 1 de TDAH-C PA media y desviación	Efecto	Grupo 2 de TDAH-C PA media y desviación	Efecto	ANOVA (gl) significancia
F4	delta	53.62 ± 6.1	↑	46.2 ± 6.6	↓	F = 4.8 (1,12) p =.050
T6	delta	58.87 ± 11.4	↑	40.2 ± 13.1	↓	F = 6.5 (1,12) p =.026
O1	delta	51.15 ± 7.4	↑	42.2 ± 6.9	↓	F = 5.6 (1,12) p =.036
T6	theta	55.37 ± 10.7	↑	42.5 ± 10.7	↓	F = 5.1 (1,12) p =.043
O1	theta	51.05 ± 9.6	↑	40.3 ± 8.2	↓	F = 5.1 (1,12) p =.043
T6	alfa	52.12 ± 9.6	↑	42.1 ± 6.2	↓	F = 5.4 (1,12) p =.039
O1	alfa	48.3 ± 5.4	↑	41.6 ± 2.4	↓	F = 9.4 (1,12) p =.010
T5	beta2	55.70 ± 12.6	↑	42.2 ± 8.9	↓	F = 5.3 (1,12) p =.040
T6	beta2	55.85 ± 19.7	↑	39.5 ± 8.8	↓	F = 4.9 (1,12) p =.047

Flecha hacia arriba = PA mayor; flecha hacia abajo = PA menor entre G1 y G2

Tabla 19

Índices electroencefalográficos de Atención y de TDAH diferentes significativamente entre los grupos G1 y G2
n = 7 en cada grupo

Índice	Derivación	Grupo 1 PA media y desviación	Efecto	Grupo 2 PA media y desviación	Efecto	Prueba ANOVA
De Atención Theta/alfa	P4	52.28 ± 7.7	↑	39.97 ± 9.1	↓	F (1,12) = 7.5, p = .018
De TDAH Theta/beta	P4	54.32 ± 8.4	↑	41.90 ± 7.3	↓	F (1,12) = 8.8, p = .012

La flecha hacia arriba indica valores superiores a la norma, mientras que hacia abajo son menores.

El Índice de alertamiento (PA alfa ojos cerrados/ alfa ojos abiertos) entre G1 y G2 fue diferente significativamente en P4, t = -3.08 (12) p = .010; en el G1 fue en promedio 1.07 (.11) y en el G2 fue de

1.28 (.13). Es decir, fue mayor en el G2 que en el G1. En ambos grupos fue cercano a la unidad, es decir, la frecuencia alfa fue mayor con ojos cerrados que con ojos abiertos. En el G2 ojos abiertos fue mayor que la norma y en ojos cerrados fue menor que la norma. El índice de reactividad en ambos grupos fue semejante en F8; la diferencia se encontró en O1 y O2, en el G1 disminución con ojos abiertos y en G2 disminución con ojos abiertos y cerrados al igual que en T6.

Diferencia entre G1 y G2 de la potencia absoluta de las frecuencias aisladas (1 hz a 30 hz).

Las frecuencias 1 y 2 Hz en F3, F4, T5, T6, P3 y O1; 9,10, y 11 Hz en F4, F7, F8, T5 y T6; fueron mayores en el G1 comparadas con el G2; mientras que la frecuencia de 27 Hz en T4 fue menor significativamente en el G1 comparada con G2. Ver Tabla 20.

En la figura 19 se integran para cada grupo de comparación G1 y G2 los resultados de la desviación de la norma de la PA frecuencia-banda-derivación y frecuencia aislada-derivación. Las flechas rojas hacia arriba señalan desviación por aumento y las azules hacia abajo por disminución. Se observa que en el G1 en todas las desviaciones fue por aumento, tanto en frecuencias lentas 1-4 Hz como en rápidas 9-13 Hz y 20-30 Hz; mientras que en el G2 las desviaciones fueron por aumento y disminución. Por disminución ocurrió en frecuencias lentas 1-2 Hz y 7-9 Hz y en rápidas 14-18 Hz.

Difieren además en que en el G1 las derivaciones occipitales tuvieron frecuencias normales, no se desviaron de la norma; mientras que en el G2 la desviación ocurrió en bioccipital en las frecuencias señaladas. Ambos grupos compartieron la desviación de la norma por incremento en la derivación frontal en 3 Hz y en 10-13 Hz y en 25-30 Hz; así como el incremento en parietal en 10-13 Hz y 25-30 Hz.

Tabla 20.

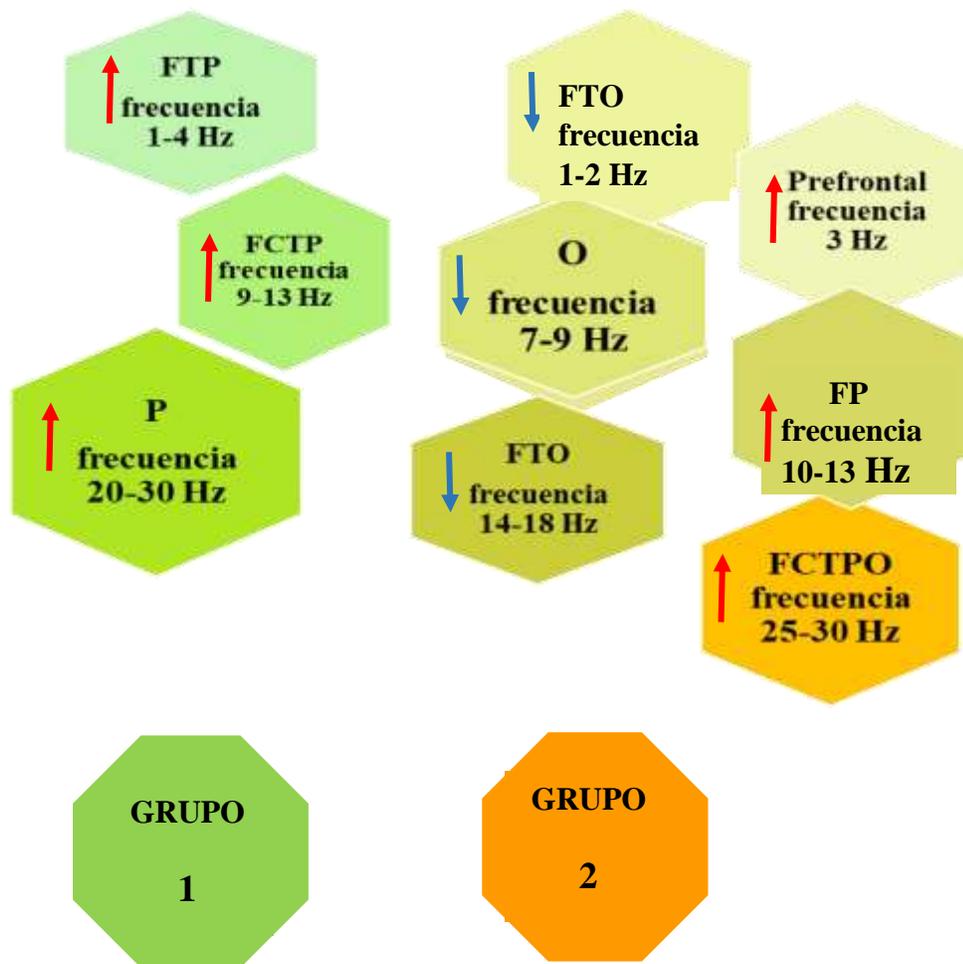
Potencia Absoluta de frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz) diferentes significativamente entre G1 y G2
n = 7 en cada grupo

Frecuencia	Banda	Derivación	G 1	G2	Significancia
1	Delta	P3	53.57 ± 2.4	45.0 ± 8.7	t=2.5 (12) p = .027
1		F4	55.71 ± 12.5	44.29 ± 7.9	t=2.3 (12) p = .040
1		T6	54.29 ± 14.6	39.29 ± 7.3	t=2.4 (12) p = .031
2		F3	56.43 ± 4.8	50.0 ± 5.6	t=2.3 (12) p = .042
2		O1	52.86 ± 6.9	43.57 ± 6.3	t=2.6 (12) p = .022
2		T5	56.43 ± 5.6	49.29 ± 4.5	t=2.6 (12) p = .022
9	Alfa	F7	55.0 ± 7.1	45.71 ± 8.9	t = 2.2 (12) p = .05
9		F4	55.0 ± 7.1	45.71 ± 7.3	t=2.4 (12) p = .033
10		T5	57.14 ± 7.6	47.86 ± 5.7	t=2.6 (12) p = .023
10		F8	62.14 ± 11.5	47.86 ± 8.1	t=2.7 (12) p = .020
10		T4	57.14 ± 5.7	48.57 ± 6.3	t=2.7 (12) p = .020
10		T6	60.0 ± 8.2	48.57 ± 6.2	t=2.9 (12) p = .012
11		F8	57.14 ± 4.9	50.0 ± 5.8	t=2.5 (12) p = .028
27	Beta alta	T4	45 ± 6.5	56.43 ± 12.8	t= -2.2 (12) p = .05

En rojo el PA de las frecuencias aisladas mayor significativamente y en azul la PA menor entre el G1 y G2

Figura 19

Potencia Absoluta banda-frecuencia-derivación y de las frecuencias-aisladas-derivación en G1 y G2



Esquema del perfil de PA desviada de la norma en cada grupo. La flecha roja indica aumento y la azul disminución. La mayor diferencia es que en el G1 sólo hay aumento; mientras que en el G2 hay aumento y disminución. En el G1 no hay alteración en las derivaciones occipitales. Comparten el incremento en la derivación parietal. F = frontal, C = central, T = temporal, P = parietal, O = occipital.

Considerando los dos grupos la sensibilidad para diagnosticar TDAHc fue de 100% con PA de frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz en 19 derivaciones); 100% con TOVA-A; 100 % para la escala EDAH maestros y 76% EDAH padres; 71.4% para la potencia absoluta frecuencia-banda (delta, theta, alfa, beta en 19

derivaciones) del EEGc; 66% para TOVA-V; 28.57% para el índice Theta /beta y 21.42% para el índice Theta /alfa.

Análisis adicionales:

Vinculación mediante un modelo de regresión lineal múltiple de la PA desviada de la norma y los procesos de atención diferentes significativamente entre los grupos G1 y G2

Los resultados arrojados por el modelo de regresión lineal múltiple permitieron vincular la PA desviada de la norma en una frecuencia-banda en determinada derivación, como variable predictora de los procesos de atención diferentes significativamente entre los dos grupos. Es claro que el término predictora no se usa como determinante o como relación causa efecto, sino en el sentido probabilístico por lo que se hace referencia a variables independientes que influyen a las dependientes. En todos los casos (como se señaló en el método) se usó corrección Durbin Watson cercano a 2 y Factor de Inflación de la Varianza VIF (por sus siglas en inglés) cercano a la unidad.

La atención visual al cambio tuvo como variable predictora la banda de frecuencia beta 2 en la derivación T5, que integrada en un modelo de regresión lineal explicó el 24.9% de la varianza.

Atención Visual al cambio = 52.3 B + .7 (PA b2 T5)

$R^2 = 0.3$, $F(3,10) = 5.3$, sig = .04, error de estimación 12.8

Durbin Watson = 1.7.

Diagnóstico del modelo: Colinealidad (tolerancia = 1, VIF = 1). No hay valores anómalos.

El proceso visual de alerta fásica tuvo como variable predictora la banda de frecuencia delta en la derivación O1, que integrada en un modelo de regresión lineal explicó el 32.1% de la varianza.

Alerta fásica visual = 44.5 B + 1.1 (PA delta O1)

$R^2 = 0.4$, $F(1,12) = 7.1$, sig = .02, error de estimación 11.9

Durbin Watson = 2.4

Diagnóstico del modelo: Colinealidad (tolerancia = 1, VIF = 1). No hay valores anómalos.

Los procesos de atención visual de auto regulación, atención selectiva e hiperactividad o inhibición, que tuvieron diferencia significativa entre los dos grupos no pudieron ajustarse a ningún modelo de regresión lineal múltiple.

En relación con los procesos de atención auditiva, el de autorregulación tuvo como variables predictoras la banda de frecuencias alfa y theta en las derivaciones O1 y T6 y beta 2 en T6 que integradas en un modelo de regresión lineal explicaron el 54.9% de la varianza.

Autorregulación de la atención auditiva = 12 B + 2.1 (PA alfa O1) -1.6 (PA theta T6) + 1.1

(PA beta2 T6)

$R^2 = 0.7$, $F(3,10) = 6.3$, sig = .02, error de estimación 11.8

Durbin Watson = 1.5

Diagnóstico del modelo: Colinealidad (tolerancia = 0.4 a 0.5, VIF = 2.1 a 2.9). Puede haber efecto de colinealidad aceptable. No hay valores anómalos.

El proceso de orientación preatencional auditiva no se ajustó a un modelo de regresión lineal múltiple.

Vinculación del EEGc y las variables dependientes: atención visual, auditiva y en la conducta natural.

Cada una de las variables dependientes: atención visual, atención auditiva y atención en la conducta natural, tuvieron como variables predictoras diferentes conjuntos de potencia absoluta (banda-frecuencia-derivación) del EEG-c que integradas en tres modelos de regresión lineal múltiple pudieron explicar un porcentaje de la varianza de cada una de ellas.

El Índice Global de Atención Visual está influenciado por la anormalidad de las frecuencias bajas (delta y theta) en las derivaciones frontal y parietal; mientras que el índice Global de Atención Auditiva está influenciado por la anormalidad en las frecuencias altas (alfa y beta 1) en las derivaciones temporal, parietal y occipital. La atención en la conducta natural (subescala de EDAH DA+HI) está influenciada por la anormalidad de las frecuencias bajas y altas (delta y alfa) en las derivaciones frontal, parietal y occipital.

En detalle las Variables predictoras de la atención visual o Índice Global de Atención Visual Fueron la potencia absoluta de las bandas de frecuencia delta en F4; theta en F7 y P4 que integradas en un modelo de regresión lineal explicaron el 67.3% de la varianza.

Atención Visual = $-13.4 B + 0.4 (PA \text{ delta } F4) - 0.4 (PA \text{ theta } F7) + 0.2 (PA \text{ theta } P4)$

$R^2 = 0.67$, $F(3,10) = 16.3$, $\text{sig} = .001$.

Durbin Watson = 1.6

Diagnóstico del modelo: Colinealidad (tolerancia = 0.2 a 0.4, VIF = 2.7 a 4.9),

Puede haber efecto de colinealidad aceptable. No hay valores anómalos.

En detalle las Variables predictoras de la atención auditiva o Índice Global de Atención Auditiva

La potencia absoluta de las bandas de frecuencia alfa en O2 y P4 y beta1 en T5 que integradas en un modelo de regresión lineal explicaron el 76.2% de la varianza.

Atención Auditiva = $-15.3 B + 0.3 (\text{PA alfa O2}) + 0.1 (\text{PA beta1 T5}) - 0.1 (\text{PA alfa P4})$

$R^2 = 0.81$, $F(3,10) = 14.9$, $\text{sig} = .001$, error estimado = 1

Durbin Watson = 2.2

Diagnóstico del modelo: Colinealidad (tolerancia = 1, VIF= 1). No hay valores anómalos.

En detalle las Variables predictoras de la atención en la conducta natural, TDAH-c, subescala DA+HI

Las variables predictoras fueron la potencia absoluta de las bandas de frecuencia alfa en F7 y Pz; y delta en O2, FP1 y F8 que integradas en un modelo de regresión lineal explicaron el 78% de la varianza.

Atención en la conducta natural = $105.9 B + .9 (\text{PA alfa F7}) - .2 (\text{PA delta O2}) + .1 (\text{PA delta FP1}) - .2 (\text{PA alfa Pz}) + .1 (\text{PA delta F8})$.

$R^2 = 0.9$, $F(5,8) = 10.2$, $p = .003$, error estimado = 0.73

Durbin Watson = 1.7

Diagnóstico del modelo: Colinealidad (tolerancia = 0.2 a 0.7, VIF= 1.5 a 4.8)

Puede haber efecto de colinealidad aceptable. No hay valores anómalos.

Atención en la conducta natural (escala DA+HI ajustada al grado escolar) se encontró como única variable predictora la potencia absoluta de la frecuencia alfa en C3 que integrada en un modelo de regresión lineal explicó el 27.3% de la varianza.

Atención en la conducta natural considerando la edad = $79.3 B + 0.3$ (PA alfa C3)

$R^2 = 0.32$, $F(1,12) = 5.9$, $sig = .04$

Durbin Watson = 1.7

Diagnóstico del modelo: Colinealidad (tolerancia = 1, VIF= 1).

No hay valores anómalos.

Es importante destacar que las variables predictoras de la atención visual IGA-V se desviaron de la norma por incremento o por disminución en forma diferente en los grupos G1 y G2; así, en el G1 se desviaron por incremento y en el G2 por disminución. En tanto que las variables predictoras de la atención auditiva IGA-A en ambos grupos lo hicieron por incremento. Las variables predictoras de la atención de la conducta natural en G1 en frontal se desviaron por incremento y en G2 por disminución; mientras que la frecuencia alfa se desvió en ambos grupos por incremento.

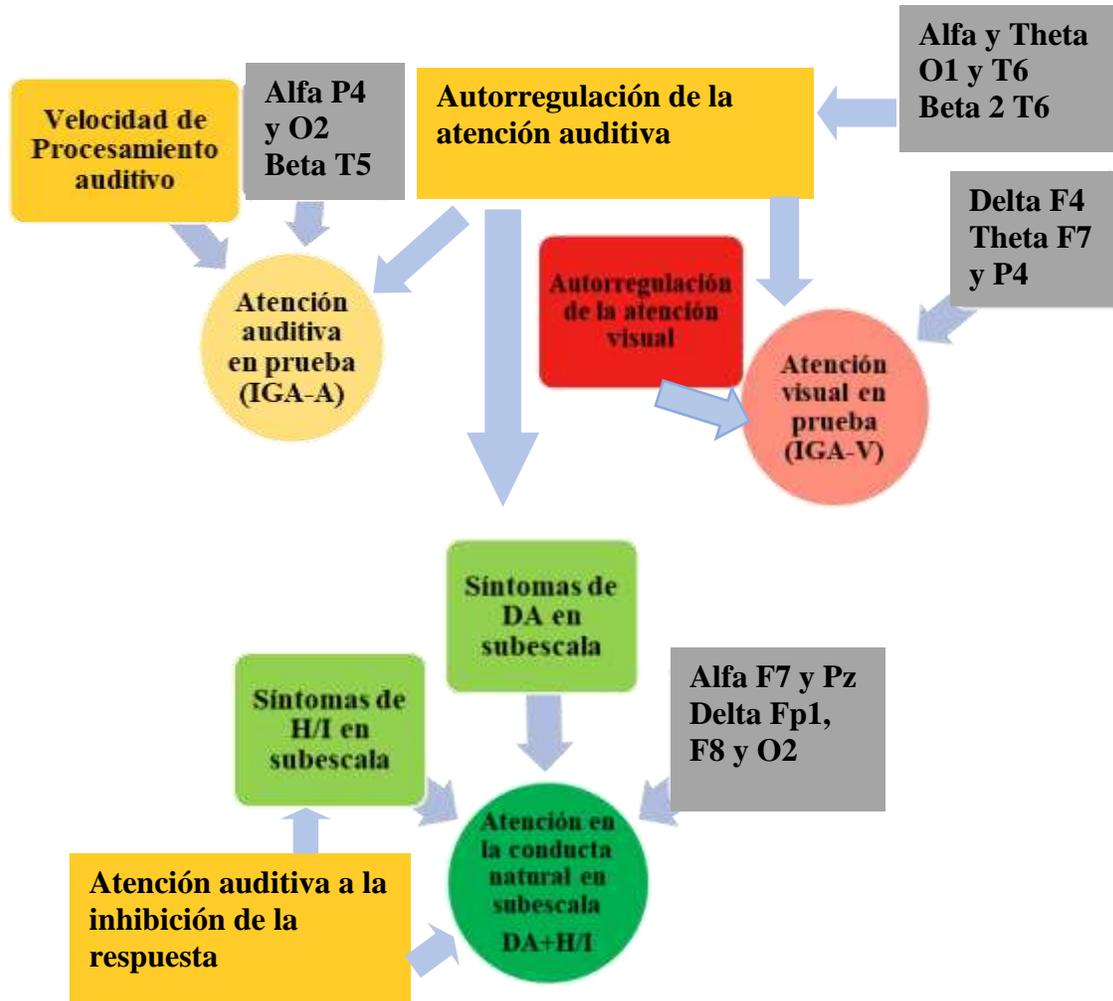
La sensibilidad de cada una de las pruebas que miden TDAH se determinó considerando los valores verdaderos positivos sobre los valores verdaderos positivos más falsos negativos y resultó: $TOVA-V = 19/29 = .65$ por lo que tuvo una sensibilidad del 65%; $EDAH-padres = 22/29 = .76$ por lo que tuvo una sensibilidad del 76%; $EDAH-maestros = 29/29 = 1$ por lo que tuvo una sensibilidad de 100%; $TOVA-A = 29/29 = 1$ por lo que tuvo una sensibilidad del 100%

La especificidad no se pudo medir por no tener grupo control.

La figura 20 es un resumen esquemático de las variables independientes que influyen en las variables dependientes.

Figura 20

VARIABLES INDEPENDIENTES INFLUYENTES O PREDICTORAS DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES.



Esquema basado en los resultados del modelo de regresión lineal múltiple. Las tres variables dependientes en círculo; en rectángulo las variables independientes predictoras de cada una. Se añaden las variables influyentes en el proceso auditivo de autorregulación. Detalles estadísticos en el texto.

Discusión.

Los resultados obtenidos proponen una manera diferente de abordar las disfunciones en los niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), considerando la alteración de la atención como el centro del TDAH. Se mostró que, al evaluar la atención en diferentes dominios, como el electrofisiológico, en situación de prueba en dos modalidades sensoriales y en la conducta natural es posible ofrecer un mejor diagnóstico, distinguir grados de disfunción de la atención y precisar la modalidad sensorial disfuncional. A su vez, se evaluaron las deficiencias de la atención asociadas a procesos visuales y auditivos de atención y probables áreas de la corteza cerebral involucradas. El diseño permitió distinguir dos grupos de niños con TDAH-c con diferente grado de disfunción de la atención tanto a nivel electroencefalográfico como a nivel de prueba en los procesos de atención visual y auditiva, lo que no pudo evidenciarse en el nivel conductual, puesto que no hubo diferencias entre los dos grupos.

En la prueba TOVA los errores de comisión se reconocen como falla de la inhibición y de la hiperactividad como lo señala su autor (Greenberg, et al., 2000). En esta tesis se insiste en que tanto la impulsividad como la hiperactividad son dos fallas diferenciables de la atención; así, los errores de comisión en la primera mitad de la prueba ocurren por anticipación o impulsividad; mientras que los errores de comisión en la segunda mitad de la prueba generan hiperactividad por no poder suprimir la conducta preponderante. De acuerdo con otros autores (Iaboni, Douglas y Baker, 1995; Nigg, 2001; Rubia, Taylor, Smith, Oksanen, Overmeyer y Newman, 2001; Hartung et al., 2002; Banascheswski, Hollis, Oosterlaan, Roeyers, Rubia, Willcutt y Taylor, 2005), sostenemos que la falla en la inhibición de la respuesta es un rasgo propio de los niños con TDAH. Encontramos en ambos grupos G1 y G2 puntajes inferiores a la norma tanto en inhibición como en impulsividad en la prueba auditiva, pero no en la visual en que ocurrieron

únicamente en el G2. Similares resultados mostraron otros autores usando un paradigma visual (Scheres, Oosterlaan y Sergeant, 2001 a, b). Los hallazgos también están en consonancia con otros autores (Shin, Law, Tsutsui, Moore y Jones, 2017; Tzagarakis, Thompson, Rogers y Pellizzer, 2019) quienes observan que, a mayor impulsividad, mayor disminución de PA beta. El G2 con puntuación más baja en impulsividad que el G1, tuvo PA disminuida en la banda beta y en las frecuencias aisladas 14, 15, 16, 18, 20, 24 y 25 Hz, lo que no ocurrió en G1 con puntuación mejor o más alta en impulsividad.

Nuestros resultados apoyan lo encontrado en otros estudios, que muestran que en los niños con TDAH las tareas de atención auditiva les representan mayor dificultad que las visuales (Baker et al., 1995; Tzourio, Massioui, Crivello, Joliot, Renault, y Mazoyer, 1997; Borgaro et al., 2003; Curtindale, Laurie-Rose, Murphy y Hull, 2007). Una posible explicación es que la severidad en la disfunción auditiva se deba al escaso número de conjuntos neuronales relacionados con los procesos de atención auditiva (Tzourio et al., 1997; Benedict et al., 2002). Así una mínima disfunción en un grupo neuronal sería siempre mostrada, porque no podría ser compensada. Puede ser esta la razón de la disfunción de la atención auditiva en el 100% de los niños estudiados. Siguiendo este mismo pensamiento, la disfunción de la atención visual podría ser compensada fácilmente porque la modalidad visual es un sistema complejo y la atención visual requiere de varios grupos neuronales, lo que explicaría porqué hubo menos niños con disfunción en la atención visual 65.5%.

Es de destacar también que la falla en la atención a la inhibición del movimiento (medida como comisión en la segunda mitad de la prueba) predijo los síntomas de hiperactividad e impulsividad; así como la inatención e hiperactividad e impulsividad en la conducta natural. De

estos resultados se puede inferir que la atención en la conducta natural y la medida en situación de prueba son distintas, cada una de ellas con sustratos funcionales propios distinguibles.

Influyeron en la atención visual las frecuencias lentas (delta y theta) en derivaciones frontal y parietal; mientras que para la atención auditiva fueron las frecuencias rápidas (alfa y beta) en las derivaciones temporal, parietal y occipital. La atención en la conducta natural fue influenciada por las frecuencias lentas y rápidas (delta y alfa) en las derivaciones frontal, parietal y occipital.

El que cada una de las variables dependientes tenga diferentes variables predictoras podría ser interpretado como que cada una corresponde a diferente categoría de la atención. Las tres variables dependientes comparten la PA desviada de la norma en el área parietal; mientras que la atención visual y la atención en la conducta natural comparten la PA desviada de la norma en el área frontal; por último, la atención auditiva y la atención en la conducta natural comparten la PA desviada de la norma en el área occipital.

Tomando los tres modelos de regresión se puede decir que, si la PA disminuye en la banda delta en regiones frontales del lado derecho (F4) o aumenta en la banda de frecuencia alfa en regiones parietales (P4 o en Pz), entonces disminuirá la atención visual, la atención auditiva y la atención en la conducta natural respectivamente. Todo lo cual ocurrió en el grupo G2 de niños con disfunción de la atención visual, auditiva y en la conducta natural, pero no en los del G1 que mantienen dentro de límites normales la atención visual. De otra manera a menor PA en la banda delta en F4, menor atención visual, lo que ocurrió en el G2 (inatención visual), pero no en el G1 (atención visual dentro de límites normales). Como complemento al analizar las frecuencias aisladas-derivación se obtuvo que en el G1 el área occipital fue normal (sin desviación de la norma) en ninguna frecuencia analizada (1 Hz-30 Hz); mientras que el G2 tuvo en la región

occipital disminución de PA en las frecuencias 1, 2, 7, 8, 9, 15 y 16. Estos resultados pueden complementar la explicación de la disfunción de la atención visual en G2 y la normalidad en atención visual en G1

Se puede decir que, a mayor disfunción en el EEGc hubo mayor disfunción de la atención; así, el G2 con anormalidad más severa y en mayor número de procesos de atención (todos los visuales y todos los auditivos) tuvo mayor número de derivaciones desviadas de la norma, de localización centro posterior, con PA disminuida tanto en las frecuencias rápidas (alfa y beta) como en las lentas (delta y theta); así como incremento de la PA de frecuencias rápidas (alfa y beta) en las derivaciones parietales. Esos resultados fueron más evidentes y precisos cuando se analizaron las frecuencias aisladas desde 1 Hz hasta 30 Hz; en acuerdo con la propuesta de Barry, De Blasio, Frances, & Karamacoska, 2019).

Por su parte el grupo con menor disfunción de la atención en los procesos auditivos y con procesos visuales normales (G1) tuvo menor número de derivaciones anormales, de localización frontal izquierda, con PA incrementada en la frecuencia lenta delta. Al analizar cada una de las frecuencias aisladas (1 Hz hasta 30 Hz) también se encontró menor disfunción que en el grupo G2, y ocurrió por incremento en frecuencias lentas, pero también en las rápidas. Apoyando lo señalado por otros autores (Saad, Kohn, Clarke, Lagopoulos y Hermens, 2018) se sugiere el análisis por frecuencias aisladas como complementario al de frecuencia-bandas fijas que pierde información útil para terapia de neuroretroalimentación (neurofeedback).

Como se planteó en la hipótesis principal las diferencias encontradas en el EEGc entre los dos grupos son independientes del subtipo de TDAH, que en este estudio fueron en ambos de presentación combinado.

Las hipótesis secundarias 1 y 2 también se contestaron positivamente puesto que la PA de las frecuencia-banda-derivación y frecuencias aisladas del EEGc desviadas de la norma, tuvieron diferente localización cortical entre los dos grupos de comparación. Es probable que el incremento en PA sea la causa de la disfunción de la atención auditiva que ambos grupos tienen, mientras que la disminución lo sea de la disfunción visual que no tiene el G1.

Los hallazgos concuerdan parcialmente con el perfil característico reportado consistentemente en niños con TDAH: aumento en las frecuencias lentas, delta y theta, y disminución en las frecuencias rápidas alfa y beta (Clarke, Barry, McCarthy y Selikowitz, 2001a; b; c; d; Magee, Clarke, Barry, McCarthy y Selikowitz, 2005; Ortiz-Pérez y Moreno-García, 2015; Snyder, Rugino, Horning y Stein, 2015) y confirmado en revisiones (Newson y Thiagarajan, 2018; Barry, Clarke y Johnstone, 2020) y meta análisis (Snyder y Hall, 2006).

En relación con el incremento de PA hay coincidencia parcial con lo reportado por Clarke et al. (2001d) que lo refieren como perfil atípico de TDAH combinado y con otros autores (Rojas Reyes, Calzada Reyes y Rojas Zuaznabar, 2010) quienes señalan el incremento de PA del ritmo beta como propio de niños con TDAH de presentación combinado. Algunos autores (Clarke, Barry, Dupuy, McCarthy, Selikowitz y Johnstone, 2013) lo han vinculado con desatención y deficiencia en la ejecución en tareas de atención. Hay autores que encuentran que el incremento de PA beta ocurre en todas las áreas corticales, menos en occipital (Kamida, Shimabayashi, Oguri, Takamori, Ueda y, Koyanagi, 2016) o bien disminución en la región posterior e incremento en la región frontal y lo consideran como un predictor de TDAH en la adultez (Clarke, Barry, Dupuy, McCarthy, Selikowitz y Heaven, 2011). Muchos años atrás (Chabot, Orgill, Crawford, Harris y Serfontein, 1999) reportaron incremento en alfa y beta como un perfil de mejoría conductual ante medicamentos. A su vez, otros autores consideran que el incremento de beta alta (25-30 Hz) está asociado con conducta de rabieta o

TDAH mal diagnosticado (Byeon, Choi, Won, Lee y Kim, 2020), o con movimientos y ansiedad (Ortiz-Pérez y Moreno-García, 2015), pareciendo que no es el caso de la muestra estudiada.

La coincidencia parcial tal vez se pueda explicar por el tipo de muestra estudiada. En los grupos de este estudio, TDAH-c, se controló además de la falta de atención en la conducta natural, la falla en atención visual y auditiva (G2) o sólo falla en atención auditiva y atención visual dentro de límites normales (G1), lo que no se controló en los otros trabajos. Las discrepancias pueden deberse además al diseño, pues la comparación de la PA frecuencia-banda-derivación y PA frecuencias aisladas-derivación, en este estudio, se hizo contra valores normados por edad y sexo en la base de datos Neuro-Guide en el software Neuro-Guide De Luxe (Thatcher, 1998-2001-2020) y no entre niños TDAH-c y grupo control, como en los estudios referidos.

Hasta donde se tiene información la disminución de los índices theta/beta y theta/alfa en P4 no ha sido reportada previamente en niños con TDAH-c. El hecho de obtener PA incrementada en la banda alfa en la región parietal del lado derecho (P4) en el grupo G2 (inatención visual), pero no en el G1 puede explicarse por lo reportado por Jaegle y Ro (2014) quienes señalan que la percepción y la detección visuales “mejoradas” están asociadas con una potencia alfa reducida especialmente en parietal, por lo que G2 con baja atención visual muestra alfa incrementada en parietal.

Los grupos G1 y G2 también fueron diferentes entre sí considerando los índices electroencefalográficos de TDAH (PA theta/beta) y de atención (PA theta /alfa). El grupo G1 los tuvo dentro de límites normales; mientras que el G2 tuvo en ambos PA disminuida en P4, lo que fue debido al incremento de PA de las bandas alfa y beta y no por alteración de la banda theta. Los resultados coinciden parcialmente con nueve trabajos que fallan en encontrar disminución de PA de la banda beta en niños con TDAH-c en condición de ojos cerrados (Clarke et al., 2001d; Hobbs et al., 2007; Fonseca et al., 2008; Liechti et al., 2013; Buyck y Wiersema, 2014b, 2015; Kamida et al., 2016 y Kim et

al., 2016), citados en la revisión de Newson y Thiagarajan (2018). En otra revisión (Clarke, Barry, y Johnstone, 2020) los autores detallan que en condición de ojos cerrados la sensibilidad del índice theta/beta para diagnosticar TDAH, oscila entre el 46.9% (Liechti et al., 2013) y el 94% (Quintana et al., 2007) y para la especificidad entre el 54.8% (Buyck y Wiersema, 2014) y el 100% (Quintana et al., 2007) y concluyen que se necesitan más estudios en condiciones iguales para aceptar PA beta disminuida y razón theta/beta como marcadores biológicos en niños con TDAH-c.

El incremento de PA de la banda alfa en P4 también se reflejó en los índices electrofisiológicos de alertamiento y de reactividad que fueron diferenciables entre los dos grupos. Así en G2 del incremento en P4 con ojos cerrados y la disminución con ojos abiertos, pudieran deberse a disminución del alertamiento con probable estado interoceptivo de imaginación (Fonseca et al., 2013; Webster & Ro, 2020); así como a la menor reactividad que implica al sistema autonómico, específicamente al sistema de acetilcolina en la conectividad entre los núcleos basales de Meynert y la corteza occipital (Wan, Huang, Schwab, Tanner, Rajan et al., 2019). La disminución de PA alfa en O1, O2 y T6 con ojos abiertos y ojos cerrados, pudieron deberse a la reducción de la atención visual (Samaha y Postle, 2015; Clayton, Yeung y Kadosh, 2015; 2018; 2019); mientras que en G1 la disminución PA alfa ocurrió con ojos abiertos, lo que coincide con otros autores (Fonseca, Tedrus, Bianchini y Silva, 2013), en el sentido de que en niños con TDAH, ocurre una baja reactividad en reposo con ojos abiertos; también puede explicarse por alteración en el sistema autónomo responsable del cambio de PA de la banda alfa al pasar de ojos cerrados a ojos abiertos (Wan, et al, 2019). En un trabajo reciente (Barry, De Blasio, Fogarty y Clarke, 2020) se reporta que en adultos jóvenes hay dos componentes naturales de la frecuencia-banda alfa, en condición de ojos abiertos, que correlacionan negativamente con reactividad (medida por corriente galvánica en piel), es decir a mayor reactividad menor PA alfa con ojos abiertos lo que ocurrió en el área occipital en el G1. Ambos grupos comparten la disminución en F8 con ojos abiertos coincidiendo con lo reportado por Fonseca et al. (2013) como una característica de los niños con TDAH.

En ambos grupos G1 y G2 ocurrió incremento de PA en las frecuencias aisladas de 10 a 13 Hz en la región parietal probablemente porque el ritmo alfa en reposo con ojos cerrados refleja un estado "interoceptivo", caracterizado por la imaginación y la activación reducida en áreas involucradas en el procesamiento de información visual” como lo han reportado algunos autores (Mo, Liu, Huang y Ding, 2012; Bellato, Arora, Kochhar, Hollis y Groom, 2020; Webster y Ro, 2020); tal alteración no se registra con PA de bandas fijas.

Las diferencias encontradas en el EEGc y en los procesos de atención entre los dos grupos, parecen indicar que el G2 con inatención visual, con PA menor al G1 en las derivaciones F4, O1, T5 y T6 en las bandas delta, theta, alfa y beta 1, esté trabajando con menor energía en las derivaciones corticales que forman parte de los grupos neuronales asociados a los sistemas de atención conocido como posterior (Posner, 2004; Posner y Rothbart, 1992, 2007), parietal (Rafal y Posner, 1987), noradrenérgico (Etchepareborda y Abad-Mas, 2001; Frank, Santamaria, O'reilly, y Willcutt, 2007); así como, sistema de atención conocido como anterior (Posner, 1980; Posner y Petersen, 1990) o Dopaminérgico (Etchepareborda y Abad-Mas, 2000; Frank, et al., 2007). En todo caso constituye una red neuronal relacionada con la atención (Posner y Dahaene, 1994). Notablemente, en el grupo G2 se encontró un cambio significativo en el análisis de las diversas frecuencias de la banda beta. Este dato es relevante si se toma en cuenta que esta banda del EEG es característica de los procesos de atención y vigilia, lo cual habla de un proceso de vigilancia exacerbado en este grupo de niños con TDAH.

Más específicamente las derivaciones con PA menor en el G2 comparado con el G1 han sido involucradas en varios procesos de atención visuales y auditivos que fueron más disfuncionales en el G2 comparados con el G1 y que se precisan con la PA de frecuencias aisladas. Los procesos involucrados son orientación preatencional visual (Posner, 1980, 1995; Rafal y Posner, 1987; Corbeta, Miezin, Dobmeyer, Shulman y Petersen, 1990; Posner y

Rothbart, 1992; Desimone y Duncan, 1995), atención selectiva visual (Posner, 1980, 1995; Rafal y Posner, 1987; Corbeta, Miezin, Dobmeyer, Shulman y Petersen, 1990; Posner y Rothbart, 1992; Desimone y Duncan, 1995), atención selectiva auditiva (Tzourio, Massiou, Crivello, Joliot, Renault, y Mazoyer, 1997; Benedict, Shucard, Santa Maria, Shucard, Abara, Coad, Wack, Sawusch y Lockwood, 2002; Rinne, Stecker, Kang, Yund, Herron y Woods, 2007; Watkins, Dalton, Lavie y Rees, 2007), atención visual al cambio (Posner y Dahan, 1994; Michelle, Rameau Serratrice, 2000; Loose, Kaufmann, Tucha, Auer y Lange, 2006), atención auditiva al cambio (Hall, Haggardm, Akeroyd, Summerfield, Palmer, Elliott y Bowtell, 2000), velocidad de procesamiento visual (Coull, Frith, Frackowiak, y Grasby, 1996; Sunaert, Van Hecke, Marchal y Orban, 2000; Landau, Auerbach, Gross-Tsur y Shalev, 2003; Babiloni, et al., 2004) y atención visual a la inhibición de la respuesta (Booth, Burman, Meyer, Lei, Trommer, et al. 2005; Pliszka, Glahn, Semrud-Clikeman, Franklin, Perez, Xiong y Liotti, 2006).

El modelo de regresión lineal múltiple permitió vincular de manera razonada las fallas en atención entre los tres dominios valorados esquematizados en la Figura 20. Es relevante destacar la influencia o predicción en autorregulación auditiva (medida como variabilidad) de PA desviada de la norma de las bandas alfa y theta en la región occipital izquierda (O1) y temporal del lado derecho (T6) y de la banda beta en T6, porque este proceso a su vez resultó predictor del índice global de atención auditiva, del índice global de atención visual y de los síntomas de inatención en la conducta natural. Se ha sugerido que la variabilidad refleje el flujo ineficiente de información al realizar una tarea (Russel, Oades, Tannock, Killeen, Auerbach, et al., 2006) implicando inconsistencia de atención por falla en el mecanismo de autorregulación de la atención. Es importante además porque la variabilidad en el tiempo de respuesta y el tiempo de respuesta con puntaje inferior a la norma caracterizaron a los niños con TDAH-c de esta tesis, en consistencia con lo reportado por otros autores (Machida, Murias y

Johnson, 2019; Zulueta, Torrano, López Fernández y Crespo-Eguílaz, 2019) quienes sugieren se les considere como marcadores biológicos de esos niños.

Pocos investigadores usan procedimientos normados por edad y sexo de diferentes dominios para diagnosticar niños con TDAH. En este sentido es importante mencionar a Monastra, Lubar y Linden (1999; 2001) quienes compararon la sensibilidad para diagnosticar TDAH entre una entrevista semiestructurada, la lista de cotejo ADDES, dos pruebas CPT: TOVA y Conners, y el índice theta/beta del EEGc evaluado en la región prefrontal y encontraron que el índice theta/beta tuvo sensibilidad de 80%, la lista de cotejo ADDES 78%, TOVA 72%, y Conners 49%.

Los resultados de esta tesis son semejantes a los de Monastra et al. (2001). La sensibilidad para PA de frecuencias aisladas (1 Hz a 30 Hz en 19 derivaciones) fue de 100%; para TOVA-A fue de 100%; para la lista de cotejo EDAH maestros 100 % y EDAH padres 76%; para la PA banda-frecuencia (delta, theta, alfa y beta en 19 derivaciones) del EEGc fue 71.4%; para TOVA-V 66%; para el índice theta /beta 28.57% y para el índice theta /alfa 21.42%. Es posible que los resultados obtenidos sean útiles en el tratamiento de niños con TDAH-c con neurofeedback (Lubar, 1997; Lubar y Lubar, J., 1999) en forma individualizada según la frecuencia aislada alterada, en el área cortical precisa, logrando mejorar las deficiencias encontradas en cada niño con TDAH-c (Núñez-Jaramillo, Herrera-Solís y Herrera-Morales, 2021).

Una limitación fue el efecto del tamaño de la muestra, y que no se realizó la validación interna de los modelos de regresión, por lo que no son conclusivos, pero si indicativos de la independencia de la atención visual, auditiva y en la conducta natural y de la relación funcional entre, la PA de las bandas de frecuencia delta, theta, alfa y beta; así como la PA de las frecuencias aisladas y cada una de las variables dependientes. Sería recomendable ampliar la muestra a 10 sujetos por cada variable y poder dividir 60% contra 40% de la muestra tomados al

azar y ver si los modelos de regresión se cumplen en las dos secciones. También puede señalarse como limitación el que no se midió la agudeza auditiva, en los niños, sin embargo, creemos que la disfunción en la atención auditiva no fue debida a problemas auditivos por tres razones:

- 1) Todos los niños tuvieron un minuto de práctica con TOVA-A y ellos dieron la respuesta correcta ante el tono diana, mostrando discriminar entre los dos tonos.
- 2) Todos los niños respondieron correctamente al menos en un cuarto de la prueba.
- 3) No hubo en la historia clínica de los niños evidencia de sordera, disminución de la audibilidad o infecciones auditivas.
- 4) No se ha descrito como comorbilidad en los niños con TDAH.

Conclusiones

En niños con TDAH la alteración de la atención visual con sus procesos es distinguible de la atención auditiva con sus procesos en situaciones de prueba. El análisis de PA en el EEGc permitió confirmar que existen alteraciones que distinguen cuando hay disminución de la capacidad de atención a estímulos visuales, de aquellos otros niños en que esta función no está alterada. Los resultados pueden contribuir a comprender mejor el trastorno, teniendo en cuenta que la identificación de biomarcadores apoyará el diagnóstico preciso en cada niño con TDAH-c y el uso de las técnicas de biorretroalimentación que regulen la actividad eléctrica cerebral y por tanto la desviación de la norma en la atención a la información visual o auditiva y en la atención a la iniciación e inhibición del movimiento. Es importante valorar simultáneamente la falla en atención en la conducta natural, con los procesos de atención, en al menos dos modalidades sensoriales la visual y la auditiva en los mismos niños, y asociarlos con la actividad EEG analizada cuantitativamente por frecuencia-banda y por frecuencias aisladas en el EEGc. Esta medida puede indicar un aumento de la potencia de ritmos de la banda theta, característicos de la vigilia y el estado de alerta en niños con TDAH y con problemas de inatención a los estímulos

visuales, por ejemplo. Valoraciones de este tipo pueden establecer constructos del sistema de atención, que facilitarán caracterizar funcionalmente el déficit de atención, complementando e integrando los indicadores conductuales.

Subvención: Agradecimiento a CONACYT por la Beca como estudiante de doctorado CONACyT # 189262 (septiembre de 2004 a enero del 2009). Beca-Permiso Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado septiembre 2005 septiembre 2008.

Referencias

- Aitziber Zulueta, A., Torrano, F., López Fernández, V., y Crespo-Eguílaz, N. (2019) Tiempo de reacción y variabilidad intraindividual en el tiempo de reacción de niños con trastorno por déficit de atención y/o hiperactividad. *Rev Mex de Psicol*, 36 (1), 17-29
- Aldemir, R, Ozdemir, E, Per, H & Canpolat, M. (2017) Investigation of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) sub-types in Children via EEG Frequency Domain análisis. *International Journal of Neuroscience*, 128(2), 1-22 doi: 10.1080/00207454.2017.1382493
- American Psychiatric Association. (2003-2010). Diagnostic and statistical manual of nervous disorders (4th ed. Texto revisado) Washington. DC
- American Psychiatric Association, APA. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) 2013-2020; Arlington, VA: APA.
- Aron, A.R., Poldrack, R.A. (2006). Cortical and subcortical contributions to Stop signal response inhibition: role of the subthalamic nucleus. *J. Neurosci*, 26(9), 2424-2433.
- Aylward, G.P., Brager, P. & Harper, D.C. (2002). Relation between visual and auditory continuous performance test in a clinical population: a descriptive study. *Dev. Neuropsychol*, 21(3), 285-303.
- Babilonni, C., Miniussi, C., Babiloni, F., Carducci, F., Cincotti, F., Del Percio, C., Sirello, G., Fracassi, C., Nobre, AC. & Rossini, PM. (2004). Sub-second “temporal attention” modulates alpha rhythms. A high-resolution study. *Cogn Brain Res*. 19, 259-268.
- Baker, D.B., Taylor, C.J. & Leyva, C. (1995). Continuous performance tests: a comparison of modalities. *J. Clin Psychol*, 51(4), 548-551.
- Banaschewski, T., Hollis, C., Oosterlaan, J., Roeyers, H., Rubia, K., Willcutt, E. & Taylor, E. (2005). Towards an understanding of unique and shared pathways in the psychopathophysiology of ADHD. *Dev Sci*, 8 (2), 132-140.

- Barkley, RA. (1990) Attention Deficit Hyperactive Disorder: A Handbook for Diagnosis and Treatment. New York, Guilford Press.
- Barry RJ., Clarke, AR., Johnstone, SJ. (2003) A review of electrophysiology in attention deficit hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clin Neurophysiol*, 114(2), 171-83. doi:10.1016/s1388-2457(02)00362-0
- Barry, RJ., De Blasio, FM., Frances, M. & Karamacoska, D. (2019). "Data-driven derivation of natural EEG frequency components: An optimised example assessing resting EEG in healthy ageing" *Faculty of Social Sciences - Papers*. 4399. <https://ro.uow.edu.au/sspapers/4399>
- Barry, R.J.; De Blasio, F.M.; Fogarty, J.S.; Clarke, A.R. (2020) Natural alpha frequency components in resting EEG and their relation to arousal. *Clin Neurophysiol*, 131(1), 205-212. doi: 10.1016/j.clinph.2019.10.018.
- Bashiri, A., Shahmoradi, A., Beigy, H., Savareh, BA., Nosratabadi, M., Sharareh, RN, et al. (2018) Quantitative EEG features selection in the classification of attention and response control in the children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Future Sci OA*, 4(5), FSO292. doi: 10.4155/foa-2017-0138
- Baumgaertal, A. (1994). Assessment of German school children using DSM criteria based on teacher report. Paper presented at the Society for Research in Child and Adolescent Psychopathology. London, England. Cited in Principles and practice of behavioural neurology and neuropsychology. M. Rizzo and P.J. Eslinger. (2004)
- Bellato A, Arora I, Kochhar P, Hollis C, Groom MJ. (2020) Atypical Electrophysiological Indices of Eyes-Open and Eyes-Closed Resting-State in Children and Adolescents with ADHD and Autism. *Brain Sci*, 10(5), 272. doi: 10.3390/brainsci10050272.
- Benedic, RH., Shucard, DW., Santa Maria, MP, Shucard, JL., Abara, JP., Coad, ML., Wack, D., Sawusch, J. & Lockwood, A. (2002). Covert auditory attention generates activation in the rostral/dorsal anterior cingulate cortex. *J Cogn Neurosci*, 14 (4), 637-645.

- Biderman, J., Mick, E., Faraone, S.V., et al. (2002). Influence of gender on attention deficit hyperactivity disorder in children referred to a psychiatric clinic. *Am J Psychiatry*. 159, 36-42.
- Booth, J.R., Burman, D.D., Meyer, J.R., Lei, Z., Trommer, B.L., Davenport, N.D., Li, W., Parrish, T.B., Gitelman, D.R., & Mesulam, M.M. (2005). Larger deficits in brain networks for responses inhibition than for visual selective attention in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *J Child Psychol Psychiatry*. 46 (1), 94-111
- Borgaro, S., Pogge, D.L., DeLuca, V.A., Bilginer, L., Stokes, J. & Harvey, P.D. (2003). Convergence of different versions of the continuous performance test: clinical and scientific implications. *J Clin Exp Neuropsychol*, 25(2), 283-292.
- Buyck, I. & Wiersema, J R. (2014) Resting electroencephalogram in attention deficit hyperactivity disorder: Developmental course and diagnostic value. *Psychiatry Research*, 216(3), 391–397. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2013.12.055>
- Buyck, I. & Wiersema, JR. (2015) Electroencephalographic activity before and after cognitive effort in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Clin EEG Neurosci*, 46(2),88-93. doi: 10.1177/1550059414553244.
- Byeon, J., Choi, T.Y., Won, G.H., Lee, J. & Kim, J.W. (2020) A novel quantitative electroencephalography subtype with high alpha power in ADHD: ADHD or misdiagnosed ADHD? *PLoS ONE* 15(11): e0242566. doi.org/10.1371/journal.pone.0242566
- Carazo Vargas, MR., Hernández López, M., Cruz Velazco, A., Domínguez García, EF., Reynoso Trujeque, IG. y Martínez Sánchez, JA. (2021) Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en niños. Revisión bibliográfica. *Ocronos*;4(3): 2
- Castellanos, FX. & Tannock, R. (2002) Neuroscience of Attention-deficit/ hyperactivity Disorder: The search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*. 3, 617-625.
- Castellanos, FX, & Acosta, MT. (2004) Neuroscience of Attention-deficit/ hyperactivity Disorder: The search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*. 8, 1617-1625.
- Chabot, R. & Serfontein, G. (1996) Quantitative electroencephalographic profiles of children with

attention deficit disorder. *Biol Psychiatry*.40:951- 963.

- Chabot, RJ, Orgill, AA., Crawford, G., Harris. MJ., Serfontein, G. (1999) Behavioral and Electrophysiologic Predictors of Treatment Response to Stimulants in Children with Attention Disorders <https://doi.org/10.1177/088307389901400601>
- Cheng, QR., Shen, HJ., Tu, WJ., Zhang, QF. & Dong X. (2016) Electroencephalogram power development of cognitive function at age 7 to 12 years: a comparative study between attention deficit hyperactivity disorder and healthy children. *Zhonghua Er Ke Za Zhi*, 54(12), 913-916. doi:10. 3760/cma.j.issn. 0578-1310.2016.12.008. [Article in Chinese]
- Clarke, AR., Barry, RJ., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (1998). EEG analysis in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder a comparative study of two subtypes. *Psychiatry Res*, 81 (1), 19-29.
- Clarke, AR., Barry, RJ., McCarty, R. & Selikowitz, M. (2001) EEG-defined subtypes of children with attentiondeficit/ hyperactivity disorder. *Clin Neurophysiol*, 112, 2098- 2105
- Clarke, AR., Barry, RJ. & McCarty R. (2001) Electroencephalogram differences in two subtypes of attention-deficit/ hyperactivity disorder. *Psychophysiology*, 38, 212- 221.
- Clarke, A.R., Barry, RJ., McCarthy, R. & Selikowitz, M (2001) a. Age and sex effects in the EEG differences in two sybtypes of attention-deficithyperactivity disorder. *Clin Neurophysiol*, 112, 806-814.
- Clarke, AR., Barry, RJ., McCarthy R. & Selikowitz, M. (2001) b. EEG defined subtypes of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clin Neurophysiol*, 112, 2098-2105.
- Clarke, AR., Barry, RJ., McCarthy R., Selikowitz, M. (2001) c. EEG difference in two subtypes of attention-deficit/hyperactive disorder. *Psychology*, 38, 212-221.
- Clarke, AR., Barry, RJ., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2001) d. Excess beta in children with attention-deficit/hyperactivity an atypical electrophysiological group. *Psychiatry Res*, 103, 205-218. Niños con berrinches ver al final

- Clarke, AR., Barry, RJ., Bond, D., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2002) Effects of stimulant medications on the EEG of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychopharmacology (Berl)*, 166 (3), 277-284.
- Clarke, AR., Barry, RJ., Bond, D., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2002) b EEG evidence for a new conceptualisation of attention deficit hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, 113 (7), 1036-1044
- Clarke, AR., Barry, RJ., Bond, D., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2003). Hyperkinetic disorder in the CL10: EEG evidence for a definitional widening? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 12 (2), 92-99
- Clarke, AR., Barry, RJ., Dupuy, FE., McCarthy, R., Selikowitz, M. & Heaven PC. (2011) Childhood EEG as a predictor of adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clin. Neurophysiol*, 122 (1), 73–80. doi.10.1016/j.clinph.2010.05.032
- Clarke, AR., Barry, RJ., Dupuy, FE., McCarthy, R., Selikowitz, M. & Johnstone, SJ. (2013) Excess beta activity in the EEG of children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a disorder of arousal? *Int. J. Psychophysiol*, 89(3), 314–319. doi 10.1016/j.ijpsycho.2013.04.00
- Clarke, AR., Barry, RJ. & Johnstone, S. (2020) Resting state EEG power research in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A review update. *Clin Neurophysiol*, 131(7), 1463-1479. doi:10.1016/j.clinph.2020.03.029.
- Clayton, M.; Yeung, N.; Kadosh, R.C. (2015) The roles of cortical oscillations in sustained attention *Trends in cognitive sciences*, 19(4), 188-195
- Clayton, M.; Yeung, N.; Kadosh, R.C. (2018) The many characters of visual alpha oscillations. *Eur. J. Neurosci*, 48 (7), 2498–2508
- Clayton MS, Yeung N, Cohen Kadosh R. (2019) Electrical stimulation of alpha oscillations stabilizes performance on visual attention tasks. *J Exp Psychol Gen*, 148(2), 203-220. doi: 10.1037/xge0000502.
- Congredo M & Lubar JF. (2003) Parametric and non-parametric analysis of QEEG: Normative database comparisons in electroencephalography, a simulation study on accuracy. *Journal of*

Neurotherapy, 2003,7(3-4), 1-29

Conners, C.K. Conners' Performance Test II (CPT II) (1994) Conners Continuous Performance (CPT-3) (2014)

Conners, C.K. (1989-2009) a. Teacher rating scale (Hyperkinesis index) North Tonawanda. NY. MultiHealt System.

Conners, C.K. (1989-2009) b Parent rating scale (Hyperkinesis index) North Tonawanda. NY. MultiHealt System.

Corbetta, M., Miezin, FM., Dobmeyer, S., Shulman, GL. & Petersen, SE. (1990). Attentional modulation of neural processing of shape, color, and velocity in humans. *Science, 248, 1556-1559.*

Cornejo-Escatell, E., Fajardo-Fregoso, BF., López-Velázquez, VM., Soto-Vargas, J. y Ceja-Moreno, H. (2015) Prevalence of attention deficit hyperactivity disorder in children from northeast Jalisco, Mexico. *Rev Med MD; 6.7 (3):190-195*

Coull, JT., Frith, CD., Frackowiak, RS. & Grasby, PM. (1996). A fronto-parietal attention and working memory. *Neuropsychological, 34 (11), 1085-1095.*

Crichton, A. (1789) "An inquiry into the nature and origin of mental derangement: comprehending a concise system of the physiology and pathology of the human mind and a history of the passions and their effects".

Cruz Alcalá, LE., Ramos Herrera, A., Gutiérrez Paredes, DE., Márquez García, AV., Ramírez Jiménez, DC., Razo Macías, LR. y Sepúlveda Barba, KG. (2010) Prevalencia del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en escolares de tres poblaciones del estado de Jalisco. *Rev Mex Neurociencia; 11 (1):15-19*

Curtindale, L., Laurie-Rose, C., Bennett-Murphy, L.& Hull, S. (2007). Sensory modality, temperament, and the development of sustained attention: a vigilance study in children and adults. *Dev Psychol, 43(3), 576-89.*

- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annu Rev Neurosci*, 18, 192-222.
- Doyle AE, Ferreira MA, Sklar PB, et al. (2008) Multivariate genome wide linkage scan of neurocognitive traits and ADHD symptoms: suggestive linkage to 3q13. *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet*;147B:1399-1411.
- Dykman, R., Holcomb, P., Oglesby, D. & Ackerman, P. (1982) Electrocortical frequencies in hyperactive, learning-disabled, mixed, and normal children. *Biol Psychiatry* 17, 675–685.
- Etchepareborda, MC. (2000) Evaluación y clasificación del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Rev Neurol Clin*, 1, 171-180.
- Etchepareborda, MC. & Abad-Mas, L. (2001). Sustrato biológico y evaluación de la atención. *Rev Neurol Clin*, 2(1), 113-124.
- Faraone SV, Biederman J, Monuteaux MC. (2000) Toward guidelines for pedigree selection in genetic studies of attention deficit hyperactivity disorder. *Genet Epidemiol*, 18, 1-16.
- Faraone SV, Perlis RH, Doyle AE, et al. (2005) Molecular genetics of attention deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*; 57:1313-1323.
- Farré, A. & Narbona, J. (1989-2003). EDAH Escalas para la evaluación del trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad Tea Ediciones Madrid.
- Farré, A. & Narbona, J. (2003). EDAH Escalas para la evaluación del trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad Tea Ediciones Madrid.
- Filipek, P.A., Semrud-Clikerman, M., & Steingard, R.J. (1997). Volumetric MRI analysis comparing subjects having attention deficit-hyperactivity disorder with normal controls. *Neurology*, 48, 589-601.
- Fonseca LC, Tedrus GMAS, Moraes C, Machado AV, Almeida MP, Oliveira DO. Epileptiform abnormalities and quantitative EEG in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arq Neuropsiquiatr*. 2008;66(3A):462-467.

- Fonseca, LC., Tedrus, GM., Bianchini, MC. & Silva, TF. (2013) Electroencephalographic alpha reactivity on opening the eyes in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Clin EEG Neurosci*, 44, 53-7. doi: 10.1177/1550059412445659
- Forbes, G.B. (1996). Clinical utility of the Test of Variables of Attention (TOVA) in the diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Child Psychol Psychiatry*, 37(8), 971-87.
- Forbes, G. B. (1998). Clinical utility of the Test of Variables of Attention (TOVA) in the diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Psychol*, 54(4), 461-76
- Frank, M.J., Santamaria, A., O'reilly, R.C. & Willcutt, E. (2007). Testing computational models of dopamine and noradrenaline dysfunction in attention deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychopharmacology*, 32 (7), 1583-1599.
- Franken, I.H, Nijs, I. & Van Strien, J.W. (2005). Impulsivity affects mismatch negativity (MMN) measures of preattentive auditory processing. *Biol Psychol*, 70(3), 161-167.
- Fuentelsaz Gallego, C. (2004) Cálculo del tamaño de la muestra. *Matronas profesión*, ISSN 1578-0740, 5(18): 5-13
- Ghaderi, AH., Nazari, MA., Shahrokhi, H., Darooneh, AH. (2017) Functional brain connectivity differences between different ADHD presentations: Impaired Functional Segregation in ADHD-Combined presentation but not in ADHD-Inattentive presentation. *Basic Clin Neurosci*, 8(4), 267-278. doi: 10.18869/nirp.bcn.8.4.267
- Galiana-Simal, A., Vecina-Navarro, P., Sánchez-Ruiz, P. & Vela-Romero M. (2020) Electroencefalografía cuantitativa como herramienta para el diagnóstico y seguimiento del paciente con trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Rev Neurol*, 70, 197-205 doi:10.33588/rn.7006.2019311
- Gallardo-Saavedra, GA, Martínez-Wbaldo MDC. & Padrón-García AL. (2019) Prevalence of ADHD in Mexican schoolchildren through screening with Conners scales 3. *Actas Esp.Psiquiatr*, 47 (2), 45-53
- Greenberg, LM. (1998-2005-2021). Test of Variables Attention Visual and Auditory T.O.V.A. Sausalito CA. Greenberg L. Copyright © by The TOVA Company, 1832 Scott Rd Ste C5,

Freeland, WA 98249- 9475 USA 1991 – 2020.

Greenberg, L.M., Kindschi, C.L., Clifford, M., & Corman, M.D. (1983-2021) Test of Variables of Attention. T.O.V.A. Continuous Performance Test. Second edition, Universal Attention Disorders, Inc. (UAD) Los Alamitos CA.

Greenberg, L.M. & Waldman, I.D. (1993). Developmental normative data on the test of variables of attention (T.O.V.A.). *J Child Psychol Psychiatry*, 34(6), 1019-30.

Halawa, IF., El Sayed, BB., Amin, OR., Meguid, NA. & Abdel Kader AA. (2017) Frontal theta/beta ratio changes during TOVA in Egyptian ADHD children. *Neurosciences (Riyadh)*, 22(4), 287–291.
doi: 10.17712/nsj.2017.4.20170067

Hall, DA., Haggardm, MP., Akeroyd,, MA., Summerfield, AO., Palmer, AR., Elliott, MR., & Bowtell, RW. (2000) Modulation and task effects in auditory processing measured using f MRI. *Human Brain Mapp*, 10 (3), 107-119.

Halperin, J.M. (1991). The clinical assessment of attention. *Intern. J. Neuroscience*, 58, 171-182.

Harris, E., Schuerholz, L., Singer, H., Reader, M., Brown, J., Cox, C. & Denckla, M. (1995). Executive function in children with Tourette Syndrome and/or Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 1(6), 511-516.
doi:10.1017/S1355617700000631

Hartung, C.M., Milich, R., Lynam, D.R., Martin, C.A. (2002). Understanding the relations among gender, disinhibition, and disruptive behavior in adolescents. *J Abnorm Psychol*, 111(4), 659-664.

Hobbs, M., Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2007). EEG abnormalities in adolescent males with AD/HD. *Clinical Neurophysiology*, 118 (2), 363-371.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2006.10.013>

Hoffman, H (1844) (1809-1894) “Der Struwwelpter” (Pedro Melenas), capítulo Zappel-Phillipp (Felipe el Inquieto).

Huang, Y.S., Chen, Y.Y., Chen, C.K., Chang, T.C. & Chao, C.C. (2000). Psychometric study of the test of

- variables of attention: Preliminary findings on Taiwanese children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Brain Dev*, 22(6), 378-382.
- Huang-Pollock, CL., Nigg, J. T., & Halperin, J. M. (2006). Single dissociation findings of ADHD deficits in vigilance but not anterior or posterior attention system. *Neuropsychology*, 20 (4), 420-429.
- Iaboni, F., Douglas, V. I. & Baker, A. G. (1995). Effects of reward and response costs on inhibition in ADHD children. *J Abnorm Psychol*, 104 (1), 232-240.
- Jaegle, A. & Ro, T. (2014). Direct control of visual perception with phase-specific modulation of posterior parietal cortex. *J Cogn Neurosci*, 26(2), 422-32. doi: 10.1162/jocn_a_00494.
- Janzen, T., Graap, K., Stephanson, S., Marshall, W., Fitzsimmons, G. (1995) Differences in baseline measures for ADD and normally achieving preadolescent males. *Biofeedback and Self Regulation*, 20, 65-82.
- Kaiser, D. A. & Serman, M. B. (2001) Automatic artifact detection, overlapping windows, and state transitions. *J Neuro*, 4(3), 85-92
- Kamida, A., Shimabayashi, K., Oguri, M., Takamori, T., Ueda, N., Koyanagi, Y., et al. (2016) EEG power spectrum analysis in children with ADHD. *Yonago Acta Med*, 59(6), 169-173.
- Kim, J., Lee, Y., Han, D., Min, K., Kim, D. & Lee C. (2015) The utility of quantitative electroencephalography and Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test as auxiliary tools for the Attention Deficit Hyperactivity Disorder diagnosis. *Clin Neurophysiol*, 126 (3), 532-40 doi:10.1016/j.clinph. 2014.06.034.
- Kim, J. W., Kim, B.-N., Lee, J., Na, C., Kee, B. S., Min, K. J., et al. (2016). Desynchronization of theta-phase gamma-amplitude coupling during a mental arithmetic task in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *PLoS One* 11:e0145288. doi: 10.1371/journal.pone.0145288
- Kopell, N., Kramer, M. A., Malerba, P. & Whittington, M. A. (2010) Are different rhythms good for different functions? *Front Hum Neurosci*, 4, 187 doi:10.3389/fnhum.2010.00187.
- Laberge, D. L. & Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification.

Psychol Rev, 96, 101-124.

Landau, Y.E., Auerbach, J.G., Gross-Tsur, V. & Shalev, R.S. (2003). Speed of performance of children with developmental right hemisphere syndrome and with attention-deficit hyperactivity disorder. *J Child Neurol*, 18(4), 264-268.

Liechti, MD., Valko, I., Muller, UC., Dohnert, M., Derechsler, R., Steenhausen, HC, et al. (2013) Diagnostic value of resting electroencephalogram in attention-deficit/Hyperactivity disorder across de lifespan. *Brain Topogr*, 26, 135-51

Liston, C., Malter Cohen, M., Teslovich, T., Levenson, D., Casey, BJ. (2011) Atypical prefrontal connectivity in attention-deficit/hyperactivity disorder: pathway to disease or pathological end point? *Biol Psychiatry*, 69, 1168-77.

Lou, H.C., Henriksen, L., & Brunh, P. (1984). Focal cerebral hypoperfusion in children with dysphasia and/or attention deficit disorder. *Arch Neurol*, 41, 825-829.

Loose, R., Kaufmann, C., Tucha, O., Auer, DP., & Lange, KW. (2006). Neural networks of response shifting: influence of task speed and stimulus material. *Brain Res*, 1090 (1), 146-155.

Lopes da Silva, F. (1991) Neural mechanisms underlying brain waves: from neural. Membranes to networks. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 79:81-93.

Lubar, J.F. (1991). Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention deficit/hyperactivity disorders. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(3), 201-225.

Lubar, J.F. (1995). Evaluation of effectiveness of EEG diagnostics and biofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorders. *Biofeedback Self-Regulation*, 16, 201-225.

Lubar, J.F. (1997). Neocortical dynamics: Implications for understanding the role of neurofeedback and related techniques for the enhancement of attention. *App. Psychophysiol Biofeedback*, 22, 11-126.

Lubar, J. F. & Lubar, J. (1999). Neurofeedback Assessment and Treatment for Attention Deficit/Hyperactivity Disorders. En: *Quantitative EEG and Neurofeedback*. San Diego, CA: Academic Press. 103-143.

- Machida K, Murias M, Johnson KA. (2019) Electrophysiological Correlates of Response Time Variability During a Sustained Attention Task. *Front Hum Neurosci*, 13, 363
doi:10.3389/fnhum.2019.00363.
- Magee, CA., Clarke, AR., Barry, RJ., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2005) Examining the diagnostic utility of EEG power measures in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Clin Neurophysiol* ; 116(5):1033–1040. doi: 10.1016/j.clinph.2004.12.007.
- Mann, C.A., Lubar, J.F. & Zimmerman, A.W., Miller, B.A. & Nyberg, R.A. (1992). Quantitative analysis of EEG in boys with attention deficit-hyperactivity disorder: controlled study with clinical applications. *Pediatr. Neurol*, 8, 3-36.
- Mathiak, K. & Weber, R. (2006) Toward brain correlates of natural behavior. fMRI during violent video games. *Hum Brain Mapp*, 27 (12),948- 956.
- Matousek, M. & Petersen, I. (1983). A method for assessing alertness fluctuations from EEG spectra. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 155 (1),108-113
- Matsubara, M, Yamaguchi, S., Xu, J. & Kobayashi, S. (2004). Neural Correlates for the Suppression of Habitual Behavior: A Functional MRI Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 944-954.
- Mautner, V., Kluwe, L., Thakker, S., & Lark, R. (2002). Treatment of ADHD in neurofibromatosis type 1. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44(3), 164-170. doi:10.1017/S0012162201001876
- McBurnett, K., Pfiffner, L.J. & Frick, P.J. (2001) Symptom Properties as a Function of ADHD Type: An Argument for Continued Study of Sluggish Cognitive Tempo. *J Abnorm Child Psychol* 29, 207–213. doi.org/10.1023/A:1010377530749
- McDowd, J.M. (2007). An overview of attention: behavior and brain. *J Correlates for the Suppression of Habitual Behavior: A Functional MRI Neurol Phys Ther*, 31 (3), 98-103
- Miranda-Casas, A., García-Castellar, R., Melia-de-Alba., M. & Marco-Taverner, R. (2004). Aportaciones al conocimiento del trastorno por déficit de atención con Hiperactividad.

Desde la investigación a la práctica. *Rev Neurol*, 38 (Sup11), 156-163.ⁱ

Mo, J., Liu, Y., Huang, H., Ding, M. (2012). Acoplamiento entre oscilaciones alfa visuales y actividad en el modo por default *NeuroImage*, 68, 112-118.

Monasterio, V.J., Lubar, J.F., Linden, M., VanDeusan, P., Green, G., Wing, W. and Phillips, A. (1999).

Assessing attention deficit hyperactivity disorder via quantitative electroencephalography: an initial validation study. *Neuropsychology*, 13(3), 424-433.

Monasterio, V.J., Lubar, J.F., & Linden, M. (2001). The development of a quantitative

electroencephalographic scanning process for attention deficit-hyperactivity disorder: reliability and validity. *Neuropsychology*, 15 (1), 136-144.

Montiel-Nava, C., Peña, J.A., López, M., Salas, M., Zuruga, J.R., Montiel-Barbero, I., Pineda, D.,

Cardozo, J.J. (2002) Estimations of the prevalence of attention deficit hyperactivity disorder in Marabino children. *Rev Neurol*, 35 (1), 1019-1024.

Mooshagian, E., Iacoboni, M. & Zaidel, E. (2008). The role of task history in simple reaction time to lateralized light flashes. *Neuropsychologia*, 46(2), 659-664.

Mowlem, F.D., Rosenqvist, M.A., Martin, J., Lichtenstein, P., Asherson, P. & Larsson, H. (2019) Sex differences in predicting ADHD clinical diagnosis and pharmacological treatment. *Eur. Child. Adolesc. Psychiatry*, 28(4), 481-489. doi: 10.1007/s00787-018-1211-3

Neidermeyer, E. & Lopes Da Silva, F. (editors) *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields* (3rd ed). Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1993 *Neuropsychology*, 15, 136-144. r

Newson, J.J. & Thiagarajan, T.C. (2018) Review EEG Frequency Bands in Psychiatric Disorders: A Review of Resting State Studies. *Front Hum Neurosci*, 12, 521. doi:10.3389/fnhum.2018.00521.

Nigg, J.T. (2001) Is ADHD an inhibitory disorder? *Psychological Bulletin*, 127, 571-598.

Núñez-Jaramillo, L., Herrera-Solís, A. & Herrera-Morales, W.V. ADHD: Reviewing the Causes and Evaluating Solutions. *J Pers Med*. 2021;11(3):166. doi: 10.3390/jpm11030166

- Ortiz-Pérez, A. & Moreno-García I. (2015) Perfil electroencefalográfico de niños con TDAH. *RPCNA*, 2 (2),129-134
- Overmeyer, S., Bullmore, E.T., Suckling, J., Simmons, A., Williams, S.C., Santosh, P.J. & Taylor, E. (2001). Distribuido déficit de material gris y blanca en el trastorno hiperactivo: prueba de resonancia magnética para la anomalía anatómica en una red de atención. *Psychol. Med*, 31 (8), 1425-1435.
- Pan, X.X., Ma, H.W.& Dai, X.M. (2007). Value of integrated visual and auditory continuous performance test in the diagnosis of childhood attention deficit hyperactivity disorder. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi*, 9(3), 210-212.
- Pliszka, S.R., Glahn, D.C., Semrud-Clikeman, M., Franklin, C., Perez, R. 3rd, Xiong, J., Liotti, M. (2006). Neuroimaging of inhibitory control areas in children with attention deficit hyperactivity disorder who were treatment naive or in long-term treatment. *Am J Psychiatry*, 163(6), 957-960.
- Posner, M.I. (1980). Orienting attention. *QJ Exp Psicol.*, 32, 3-25.
- Posner, MI. (1995). Attention in cognitive neuroscience: an overview. In: MS. Gazzaniga ed. *The cognitive neuroscience*. Cambridge Mass: MIT press, p. 613-750.
- Posner, MI. (2004). *Cognitive Neuroscience of Attention*. New York: Guilford Press. p.466.
- Posner, MI. & Dahanne, S. (1994). Attentional networks. *Trends Neurosci*, 14, 75-79.
- Posner, M.I. y Petersen, S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Posner, MI. & Rothbard, MK. (1992). Les mécanismes de l'attention et l'expérience consciente. *Rev. Neuropsychol*, 2, 85-115.
- Posner, MI. & Rothbard, MK. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annu Rev Psychol*, 58, 1-23.

- Quintana, H., Snyder, SM., Purnell, W., Aponte, C. & Sita J. (2007) Comparison of a standard psychiatric evaluation to rating scales and EEG in the differential diagnosis of attention-deficit/hiperactivity/disorder. *Psychiatry Res*, 152, 211-22
- Rafal, R.D. & Posner, M.I. (1987). Deficit in human visual spatial attention following thalamic lesion. *Proc Natl Acad Sci. USA*, 84, 7349-7353.
- Ramos-Quiroga, JA., Ribasés-Haro, M., Bosh-Munsó, R., Cormand-Rifá, B. y Casas, M. (2005) Avances genéticos en el trastorno por déficit de atención /hiperactividad. *Rev Neurol*; 44 (3): S51-S52
- Reynolds, C.R. & Kamphaus, R.W. (1992-2020) BASC Test Review: Behavior assessment system for children (2nd ed.). TEA ed. Circle Pines, MN: American Guidance Service Assessment f for for Effective Intervention 32(2):121-124 doi: 10.1177/15345084070320020301
- Rinne, T., Stecker, GC., Kang, X., Yund, EW., Herron, TJ. & Woods, DL. (2007). Attention modulates sound processing in human auditory cortex but not the inferior colliculus. *Neuroreport*, 18 (3), 1311-1314.
- Rodríguez-Martínez, EI., Angulo-Ruiz, BY., Arjona-Valladares, A., Rufo, M., Gómez-González, J. & Gómez, CM. (2020). Frequency coupling of low and high frequencies in the EEG of ADHD children and adolescents in closed and open eyes conditions. *Res Dev Disabil*, 96, 103520. doi: 10.1016/j.ridd.2019.103520
- Rojas Reyes. Y., Calzada Reyes, A. & Rojas Zuaznabar, L. (2010) Diferencias electroencefalográficas en niños con dos subtipos del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Rev haban cienc méd*, 9 (4), *Revista Habanera de Ciencias Médicas versión On-line* ISSN 1729-519X
- Rosvold, H. E., Mirsky, A. F., Sarason, I., Bransome, E. D., Jr., & Beck, L. H. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting Psychology*, 20(5), 343-350. doi.org/10.1037/h0043220
- Rubia, K., Smith. A. & Taylor, E. (2007). Performance of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) on a test battery of impulsiveness. *Child Neuropsychology*, 13, 276-304.

Rueda, MR., Fan, J., McCandess, BD., Halperin, Gruber, DB., Lercari, LP. y Posner, MI. (2004)

Development attentional networks in childhood. *Neuropsychological*, 42, 1029-1040

Ruiz-García, M., Gutiérrez-Moctezuma, J., Garza-Morales, S. y de la Peña-Olvera, F. (2005) Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. Actualidades diagnósticas y terapéuticas. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.*;62 (2): 1665-1146

Hosp. Infant. Mex.;62 (2): 1665-1146

Russell, VA., Oades, RD., Tannock, R., Killeen, PR., Auerbach, JG., et al. (2006) Response variability in

Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: a neuronal and glial energetics hypothesis. *Behav Brain Funct*, 2, 30. doi: 10.1186/1744-9081-2-30.

Saad, JF., Kohn, MR., Clarke, S., Lagopoulos, J. & Hermens, DF. (2018) Is the Theta/Beta EEG Marker for ADHD Inherently Flawed? *J Atten Disord*, 22(9), 815-826.

doi.org/10.1177/1087054715578270

Samaha J, Postle BR. (2015) The Speed of Alpha-Band Oscillations Predicts the Temporal Resolution of

Visual Perception. *Curr Biol*, 25(22), 2985-90. doi: 10.1016/j.cub.2015.10.007.

Satterfield, JH., Cantwell, DP., Lesser, LI. & Podosin, RI. (1972) Physiological studies of the

hyperkinetic child: 1 Published online: 1 apr 2006 doi.org/10.1176/ajp.128.11.1418

Sayal, K., Prasad, V., Daley, D., Ford, T. & Coghill, D. (2018) ADHD in children and young people: prevalence, care pathways, and service provision. *Lancet Psychiatry* 2018; 5(2):175-186. doi:

10.1016/S2215-0366(17)30167-0

Scheres, A., Oosterlaan, J., & Sergeant, J.A. (2001) a. Response inhibition in children with

DSM-IV subtypes of AD/HD and related disruptive disorders: the role of

reward. *Child Neuropsychol*, 7(3), 172-189.

Scheres, A., Oosterlaan, J., & Sergeant, J.A. (2001) b. Response execution and inhibition in

children with AD/HD and other disruptive disorders: the role of behavioral activation. *J Child*

Psychol Psychiatry, 42(3), 347-57.

Schwenke E, Fasching PA, Faschingbauer F, Pretscher J, Kehl S, Peretz R. et al., (2018) Predicting

attention deficit hyperactivity disorder using pregnancy and birth characteristics. *Arch*

Gynecol Obstet ; 298: 889-95. doi: 10.1007/s00404-018-4888-0

Semrud-Clikeman, M. & Wical, B. (2005) Components of Attention in Children with Complex Partial Seizures With and Without ADHD. *Epilepsia*, 40 (2), 211-215

doi.org/10.1111/j.1528-1157.1999.tb02077.x

Servera, M. & Llabrés, J. (2004) Tarea de atención sostenida en la infancia (CSAT) TEA ed.

Shin, H., Law, R., Tsutsui, S., Moore, CI. & Jones, SR. (2017) The rate of transient beta frequency events predicts behavior across tasks and species *ELife*, 6, e29086. doi: 10.7554/eLife.29086.

Sherman, MA., Lee, S., Law, R., Haegens, S., Thorn, CA., Hämäläinen, MS., Moore, CI. & Jones, SR. (2016) Neural mechanisms of transient neocortical beta rhythms: Converging evidence from human computational modeling, monkeys, and mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 113 (33), 4885-94. doi:10.1073/pnas.1604135113. doi:10.1073/pnas.1604135113

Siegel, M., Donner, TH., Oostenveld, R., Fries, P. & Engel AK. (2008) Neuronal synchronization along the dorsal visual pathway reflects the focus of spatial attention. *Neuron* 2008, 60 (4), 709-19. doi: 10.1016/j.neuron.2008.09.010.

Smid, H.G., de Witte, M.R., Homminga, I. and van den Bosch, R.J. (2006) Sustained and Transient Attention in the Continuous Performance Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 859-883. doi.org/10.1080/13803390591001025

Snyder, SM. & Hall, JR (2006) A meta-analysis of quantitative EEG power associated with attention-deficit hyperactivity disorder. *J Clin Neurophysiol*, 23(5), 440-55. doi: 10.1097/01.wnp.0000221363.12503.78.

Snyder, SM., Quintana, H., Sexson, SB., Knott, P., Haque, AFM. & Reynolds, DA., (2008). Blinded, multi-center validation of EEG and rating scales in identifying ADHD within a clinical sample. *Psychiatry Res* 30, 159(3), 346-58. doi: 10.1016/j.psychres.2007.05.006

Snyder, SM., Rugino, TA., Horning, M. & Stein, MA. (2015) Integration of an EEG biomarker with a clinician's ADHD evaluation. *Brain Behav*; 5(4), e00330 doi: 10.1002/brb3.330

- Soliva-Vila, J.C. & Vilarroya-Oliver, O. (2009). Structural magnetic resonance imaging findings as an aid to explain the neurobiology of attention deficit hyperactivity disorder: towards the identification of a neuroanatomical phenotype. *Rev Neurol*. 48 (11), 592-598.
- Sonuga-Barke EJ., et al. (1992). Hyperactivity and delay aversion—I. The effect of delay on choice. *J Child Psychol Psychiatry*, 33, 387–398.
- Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software V.16 20008
- Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software V.25 2019
- Still, GF. (1902) Some abnormal physical conditions in children. *Lancet*, 1, 1008-1012.
- Strecker, E. & Ebaugh, F. (1924). Neuropsychiatric sequelae of cerebral trauma in children. *Arch Neurol Psychiatric*, 12, 443-453.
- Sturm, W., & Willmes, K. (2001). On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *Neuroimage*, 14(1Pt2) S, 76-84.
- Sunaert, S., Van Hecke, P., Marchal, G. & Orban, G.A. (2000). Attention to speed of motion, speed discrimination, and task difficulty: an fMRI study. *Neuroimage*, 11(6 Pt 1), 612-623
- Surwillo, W. W. (1961) Frequency of the ' alpha ' rhythm , reaction time and age . *Nature*, 191, 823-824
- Swanson, J.M., Sunohara, G.A., Kennedy, J.L., Regino, R., Finenbeerg, E., & Wigal, T. (1998). Association of the dopamine receptor D4 (DRD4) gene with a refined phenotype of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): A family-based approach. *Molecular Psychiatry*, 3, 38-41.
- Swanson, J.M., Foldman, P., Kennedy, J., Spence, M.A., Moyzts, R., Schuck, S., Murtas, M., Mortarity, J., Barr, C., Smith, M., Posner, M. (2000). Dopamine genes and ADHD. *Neurosci Biobehav Rev*, 24 (1), 21-5 doi: 10.1016/s0149-7634(99)00062-7
- Téllez-Villagra, C., Valencia Flores, M. & Beauroyre, Hajar, R. (2011) Cronología conceptual del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad. *Rev Esp Med Quir*, 16(1), 39-44.
- Thapar, A. (2018) Discoveries on the genetics of ADHD in the 21st century: new findings and their implications. *Am J Psychiatry*; 175: 943-50.

- Thatcher, RW. (1998). NeuroGuide Deluxe (2001-2020), Software normative database, birth to 82 years old.
- Thatcher, RW., Walker, RA., Biver, C., North, D. & Curtin, R. (2003). Quantitative EEG Normative databases: Validation and Clinical Correlation. *J. Neurotherapy*, 7 (No3/4), 87-122.
- Thatcher, RW. Software Neuroguide 2.8.1 Applied Neuroscience, Inc. E.U. 1998-2020.
- Totziuro, N., Massioui, FE., Crivello, F., Joliot, M., Renault, B. & Mazoyer, B. (1997). Functional anatomy of human auditory attention studied with PET. *Neuroimage*, 5 (1), 6377.
- Tucha, L., Tucha, O., Laufkötter, R., Walitza, S., Klein, H. E. & Lange, K.W. (2008). Neuropsychological assessment of attention in adults with different subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Neural Transm*, 115(2), 269-278.
- Tzagarakis C, Thompson A, Rogers RD, and Pellizzer G. (2019) The Degree of Modulation of Beta Band Activity During Motor Planning Is Related to Trait Impulsivity. *Front Integr Neurosci*, 13, 1. doi: 10.3389/fnint.2019.00001
- Valera, E.M., Faraone, S.V., Murray, E.E. et al. (2007). Meta-analysis of structural imaging findings in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*, 61, 1361-1369.
- Wada, N., Yamashita, Y., Matsuishi, T., Ohtani, Y., Kato, H. (2000). The test of variables of attention (TOVA) is useful in the diagnosis of Japanese male children with attention deficit hyperactivity disorder. *Hand Brain Dev*, 22(6), 378-82.
- Wan L, Huang H, Schwab N, Tanner J, Rajan A, Lam NB, Zaborszky L, Li CR, Price CC, Ding M. (2019) From eyes-closed to eyes-open: Role of cholinergic projections in EC-to-EO alpha reactivity revealed by combining EEG and MRI. *Hum Brain Mapp*, 40(2), 566-577. doi: 10.1002/hbm.24395.

Watanabe, J., Sugiura, M., Sato, K., Sato, Y., Maeda, Y., Matsue, Y., Fukuda, H., Kawashima, R. (2002).

The human prefrontal and parietal association cortices are involved in NO-GO performances: an event-related fMRI study. *Neuroimage*, 17(3), 207-216.

Watkins, S., Dalton, P., Lavie, N., & Rees, G. (2007). Brain mechanisms mediating auditory attentional capture in humans. *Cereb Cortex*, 17 (7), 1694-1700.

Webster, K., & Ro, T. (2020). Visual Modulation of Resting State α Oscillations. *eNeuro*, 7(1),

ENEURO.0268-19.2019. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0268-19.2019>

Wecshler, D. Intelligence scale for children fourth edition –Spanish WISC – IV Spanish Psych Corp 2005.

Wolraich, M.L., Hannah, J.N., Pinnock, T.Y., Baumgaertel, A. & Brown, J. (1996). Comparison of diagnostic criteria for attention-deficit hyperactivity disorder in a country-wide sample. *J. Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 35 (3), 319-324.

Wolraich, M.L., Hannah, J.N., Baumgaertel, A. & Fourer, I.D. (1998). Examination of DSM-IV criteria for attention deficit/hyperactivity disorder in a country-wide sample *J. Dev Behav Pediatr*, 19, (3), 162-168.

Wu, Y.Y., Huang, Y.S., Chen, Y.Y., Chen, C.K., Chang, T.C. & Chao, C.C. (2007). Psychometric study of the test of variables of attention: Preliminary findings on Taiwanese children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatry Clin Neurosci*;61(3): 211-218.

Zhou K, Asherson P, Sham P, et al. (2008) Linkage to chromosome 1p36 for attention- deficit/ hyperactivity disorder traits in school and home settings. *Biol. Psychiatry*; 64:571-576.

Zhou K, Dempfle A, Arcos-Burgos M, et al. (2008) Meta-analysis of genome- wide linkage scans of attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet.*;147B:1392-1398.

Zulueta, A., Torrano, F., López Fernández, V, & Crespo-Eguílaz, (2019) N. Tiempo de reacción y variabilidad intraindividual en el tiempo de reacción de niños con trastorno por déficit de atención y/o hiperactividad. *Rev Mex de Psicol*, 36 (1), 17-29.

