



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
MAESTRÍA EN DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN
NEUROPSICOLÓGICA

**“Análisis espectral de la actividad eléctrica durante la
clasificación de las cartas de Wisconsin en niños
escolares con TDAH”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN
NEUROPSICOLÓGICA**

PRESENTA:

Mónica Azul Sánchez Cervantes

DIRECTOR: DR. IGNACIO MÉNDEZ BALBUENA

ASESOR METODOLÓGICO: DR. GREGORIO GARCÍA AGUILAR

PUEBLA, PUE., MAYO 2015

MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Ignacio Méndez Balbuena

Dr. Gregorio García Aguilar

Dr. Héctor Juan Pelayo González

DEDICATORIA

Después de poco más de dos años, por concluido un ciclo más de mi vida, y esto no hubiera sido posible sin todos los que estuvieron a mi lado en mi camino. Por eso dedico esta tesis a todos los que de alguna forma contribuyen a ser la persona que soy.

A mis compañeros: porque nos encontramos en el mismo punto siguiendo la misma meta, tal vez nos volvamos a ver o ya no pero todos aquellos momentos que pasamos juntos jamás los olvidaremos.

A mis amigos: porque me alentaban a continuar más allá de lo que podía imaginar y siempre fueron una catarsis para desechar lo que ya no servía y continuar en el camino, los quiero mucho.

A mis profesores: porque cada letra, hipótesis, idea o análisis escrito no hubieran sido posible sin ustedes. Quienes ayudan a internalizar los conocimientos de una maestría merecen respeto y admiración. Y por estar allí aunque fuera del aula, de noche, fin de semana, vacaciones y demás, infinitas gracias

A mi familia: quienes me motivan a seguir y continuar con mis sueños, anhelos y gustos, quienes confían en mí y hacen que estudiar sea fácil.

A Oscar y la Willy: con quienes pase alegrías, tristezas, frustraciones, enojos, llantos, anhelos, sorpresas y demás, quienes están allí incondicionalmente para un abrazo, una palmada en la espalda e incluso para imprimir a última hora en la noche. Muchas gracias por continuar juntos y ser un soporte.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo del consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, por haberme otorgado una beca para realizar mis estudios de maestría, número de becario 6935/513437 y por el apoyo económico brindado para la compra de material y los viajes de difusión durante el desarrollo de la investigación realizada.

ÍNDICE DE TESIS

RESUMEN	7	
INTRODUCCIÓN	8	
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES DE TDAH		
1.1 Trastorno de déficit de atención e hiperactividad TDAH	11	
1.2 Aspectos fisiológicos del TDAH	15	
1.3 Aspectos psicológicos del TDAH	26	
1.4 Aspectos neuropsicológicos del TDAH	27	
CAPÍTULO 2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE TDAH		
2.1 Métodos de evaluación de funciones ejecutivas	27	
2.2 Clasificación de cartas de Wisconsin	30	
2.3 Redes corticales y subcorticales distribuidas que soportan las funciones cognitivas básicas	32	
CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO: FUNCIONAMIENTO DE LÓBULOS FRONTALES DESDE LA APROXIMACIÓN DE LURIA		36
CAPÍTULO 4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		
4.1 Planteamiento del problema	43	
4.2 Objetivos general y específico	43	
4.3 Hipótesis	45	

CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA

5.1 Muestreo	46
5.2 Tablas De Criterios De Inclusión, No Inclusión Y Exclusión	47
5.3 Variables	47
5.4 Procedimiento experimental	47
5.5 Consideraciones Experimentales	48
5.6 Registro Electroencefalográfico	49
5.7 Diseño de investigación	49
5.8 Análisis estadístico	50

CAPÍTULO 6 RESULTADOS

6.1 Resultados demográficos	51
6.2 Análisis electroencefalográfico	52
6.2.1 Análisis espectral del EEG en la banda Delta	52
6.2.2 Análisis espectral del EEG en la banda Theta	53
6.2.3 Análisis espectral del EEG para la potencia absoluta (0 – 50 Hz)	54
6.2.4 Mapas topográficos	55
6.2.7 Potencia relativa	56
6.3 Desempeño en la clasificación de cartas de Wisconsin	57

CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN

65

CAPÍTULO 8 CONCLUSIONES

73

BIBLIOGRAFÍA

74

ANEXOS

86

RESUMEN

El electroencefalograma es una técnica que se utiliza para el diagnóstico clínico del funcionamiento cerebral, ya que es una herramienta no invasiva que puede detectar el funcionamiento de áreas corticales, subcorticales y la relación cortico-corticales. A su vez, el TDAH es un trastorno que se encuentra comúnmente en la práctica clínica, sin embargo aún hace falta caracterizar diferentes características del trastorno. Por lo tanto se utilizó la técnica espectral con el electroencefalograma, mientras realizaban una tarea que mide flexibilidad cognitiva, la clasificación de cartas de Wisconsin, en 8 niños que estaban diagnosticados con TDAH y los resultados fueron comparados con 7 niños sanos con adecuado desempeño escolar. Como resultados, se obtuvo que los niños sanos al resolver la tarea presentaran mayor activación eléctrica en áreas prefrontales izquierdas y derechas, en cambio los niños del grupo experimental presentaron activación frontal con participación central y parietal. Estos resultados indican que los niños del grupo experimental durante las tareas que requerían un mayor esfuerzo cognitivo se manifestaba un mayor sistema funcional complejo, es decir que utilizaban mayores áreas corticales para resolver la tarea que los niños del grupo control quienes sólo activaban áreas frontales, es decir su activación era en áreas más específicas.

CAPÍTULO 1

Introducción

El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) ha sido muy estudiado por áreas de la salud, sus métodos varían dependiendo la rama que lo estudie. La neuropsicología ha contribuido con diversas aportaciones para el tratamiento y el diagnóstico del trastorno (Solovieva, Quintanar & Flores, 2007; Artiles & Jiménez, 2006) debido al impacto que presenta en la sociedad, la relación entre el estudio de la mente y el cerebro han contribuido tanto para la formación de programas de intervención como para la investigación del trastorno. El enfoque neuropsicológico desde la perspectiva luriana han aportado investigaciones que contribuyen a la caracterización del trastorno, por lo tanto en el presente estudio se llevará a cabo bajo la misma perspectiva.

El método de estudio más utilizado para realizar diagnóstico del TDAH se lleva a cabo a través de cuestionarios, en donde el especialista debe considerar ciertas características para determinar si el paciente posee los rasgos distintivos del trastorno o no. La evaluación por observación del trastorno se realiza tomando como base 5 ejes, con los cuales se trata de identificar la manera en que se presenta la conducta y a su vez se relaciona con (1) datos clínicos, (2) personalidad, (3) enfermedades médicas, (4) problemas psicosociales y ambientales, además de (5) la evaluación de la actividad general, de esta manera el experto debe observar las características del paciente y sintetizarla, para determinar el diagnóstico (DSM-IV, 1995).

Además de los métodos cualitativos para el diagnóstico del TDA-H, también se utilizan medios cuantitativos que le dan confiabilidad al diagnóstico. Entre los métodos que se utilizan podemos encontrar a la magnetencefalografía (Dockstader, Gaetz, Cheyne, Wang, Castellanos & Tannock, 2008), estudios que relacionan el desarrollo biológico y a partir de esta área integran todas las evidencias conductuales (Proal, González, Blancas, Chalita & Castellanos, 2013).

Un método cuantitativo de fácil acceso y que se encuentra a la vanguardia en la tecnología es el electroencefalograma (EEG). Aunque el EEG por sí mismo produce importantes datos, existen diferentes formas de analizarlos. Este análisis también varía dependiendo de la disciplina interesada. Existen diferentes formas de presentar los datos electroencefalográficos, entre ellas se encuentran los estudios cualitativos (Rivas, 2014; Méndez, 2013), de coherencia (Murias, 2013), de desincronización (Méndez, Huethe, Schulte-Mönting, Leonhart, Manjarrez, & Kristeva, 2012), entre otros. Todos los estudios han aportados datos clínicos importante para estudiar el trastorno, sin embargo aún hace falta aclarar muchas dudas del funcionamiento cerebral eléctrica y funcionalmente, además de correlacionar los resultados de los diferentes autores con poblaciones mexicanas para contribuir a la caracterización general del trastorno. Al obtener una caracterización más específica se podrán realizar programas y métodos de intervención terapéutica más específicos y eficientes a las poblaciones que se encuentran en la vulnerabilidad de tal trastorno.

En general, diferentes estudios han considerado que en el trastorno se afecta principalmente áreas frontales (Clarke, Barry, Mc Carthy, Selikowitz, Johnstone, Hsu, Magee, Lawrence, & Croft, 2007) relacionadas al funcionamiento ejecutivo y una de las acciones que realizan las funciones ejecutivas se relacionan con la atención, por lo tanto se espera que las personas que poseen el diagnóstico de TDAH deben presentar la disfuncionalidad frontal que los lleva a un bajo rendimiento ejecutivo.

Por estas razones se llevó a cabo el presente estudio en el cual se relaciona el funcionamiento ejecutivo en niños con déficit de atención y el funcionamiento de la actividad eléctrica cerebral.

CAPÍTULO 1

1.1 Trastorno de déficit de atención e hiperactividad TDAH

El TDA-H es una patología infantil común, de acuerdo al censo poblacional de México en el 2010, se calculó que es una de las patologías que tienen mayor población en el sector que personas con alguna dificultad física o mental para realizar actividades de la vida cotidiana (INEGI, 2010). El TDAH es un síndrome conductual, que según estimaciones, afecta entre un 5 y 10 % de la población infantil-juvenil. Representa entre el 20 % y el 40 % de las consultas en los servicios de psiquiatría infantil-juvenil, considerado principalmente un área de estudio de la psiquiatría, para el tratamiento médico y psicología para el tratamiento conductual (SEP, 2010).

El trastorno del Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) es un trastorno psiquiátrico con comportamiento heterogéneo caracterizado por la hiperactividad, la impulsividad e inatención que afecta el funcionamiento cognitivo normal y de comportamiento de la persona (Méndez, et al. 2012). Se presenta alrededor de la edad preescolar y llega a prevalecer hasta la adultez. En las personas que presentan este trastorno en especial en niño, esta condición fisiológica llega a interferir de muchas maneras en el desarrollo normal, incluso se ha llegado a considerar que predispone al infante a trastorno psiquiátricos y patologías sociales a lo largo de su vida.

El TDAH es un trastorno que impacta en diferentes áreas del desarrollo del niño, en la escolar, por las dificultades para concentrarse en las actividades; en la familiar, por las dificultades que se presentan para poner límites y que el niño pueda llevarlos a cabo, y en la social, estos niños suelen tener problema para establecer relaciones sociales adecuadas con sus pares (Benito, 2008). Algunos estudios sugieren que el trastorno es transitorio y en cuanto se llega a la edad adulta desaparece, sin embargo otros autores consideran que las características del trastorno no desaparecen sino que se observan a través de actividades que

requieren control inhibitorio, por lo tanto llegan a ser adultos con problemas laborales en cuanto al desempeño de su papel y con actividades relacionadas a las funciones ejecutivas (Muller, Candrian, Kropotov, Ponomarey & Baschera, 2010).

Además de estas dificultades observadas en todas las áreas sociales como la escuela, la familia, amigos, entre otros; el niño al presentar estas dificultades y si los adultos con comprenden total y adecuadamente el trastorno, se pueden desencadenar otras dificultades como el rendimiento escolar, ya que los programas gubernamentales de educación piden apoyo a los maestros a través de estrategias de trabajo, pero no sienta las bases de las diferentes patologías (USAER, 2011).

En la adolescencia el trastorno permanece pero el impacto es en forma diferente, Young, Andamous, Bolea, Gudjonsson, Müller, Pitts, Thome, y Anderson (2011), considera que los adolescentes tienen alto riesgo de tener baja autoestima, pobres relaciones con pares, conflictos con padres, morosidad, tabaquismo y abuso de sustancias. Se siguen discutiendo los resultados de sus manifestaciones a largo plazo, pero se considera que el trastorno puede llegar a influir de manera positiva y/o negativa en las personas adultas, desde ser exitosas, debido a su impulsividad y el interés en mantenerse en constantes retos sin medir consecuencias, hasta llegar a desarrollar patologías según las características que componen el trastorno.

Al complejizarse el trastorno durante la adolescencia y adultez, el síndrome del TDAH, influye de manera cotidiana en las acciones del paciente. Algunas acciones caracterizadas por la impulsividad, inestabilidad anímica, desregulación emocional y baja tolerancia a la frustración se consideran como los principales factores que pueden llegar a influir de manera negativa en la vida de los pacientes, al punto de llegar a ser reclusos por su comportamiento (Gudjonsson, Wells, & Young, 2010). Sin embargo, el TDAH se asocia con trastornos de conducta en la infancia y la adolescencia, lo que puede dar lugar a comportamientos antisociales en la edad adulta. De no ser tratado el TDAH puede ser un factor de exacerbación

que mantiene el comportamiento antisocial y reduce la capacidad de un individuo para alterar sus patrones de comportamiento (Young, et al. 2011).

El término ha evolucionado desde su aparición, por lo que este trastorno ha recibido distintas caracterizaciones y denominaciones. En 1902 George Frederick Still describe las características de lo que él denomina “defecto de la conducta moral”; se refiere a los niños que poseían un temperamento violento, revoltosos, perversos, destructivos, inquietos, fastidiosos, que no responden a castigos, incapaces de mantener la atención y con graves problemas escolares (Morán, 2012).

Los términos empleados han ido variando a medida que se busca obtener una explicación convincente acerca de la etiología y sintomatología en este trastorno, lo cual ha ocasionado que entre 1902 y 1994 (año de publicación del DSM-IV) se hayan acuñado términos como defecto en el control moral, síndrome de inquietud, trastorno de conducta postencefálico, disfunción cerebral mínima, reacción hiperkinética de la niñez y trastorno por déficit de atención e hiperactividad, entre otros.

Lebedinsky y Cols. (1982) señalan como posible mecanismo una regulación insuficiente en el eslabón del control, que conllevan a alteraciones dinámicas en las funciones psicológicas. Maksimenko (1997) sugiere que un funcionamiento insuficiente de los lóbulos frontales (izquierdo y derecho), puede conducir a un cuadro clínico de déficit de atención. En el estudio de Osipova & Pankratova (1997) se sugiere que uno de los cuatro tipos de TDAH se relaciona con una debilidad funcional de las estructuras frontales, mientras que los otros tipos surgen de una combinación de una debilidad frontal y de una debilidad de las estructuras subcorticales o de estructuras corticales posteriores.

Éste trastorno se identifica a través del comportamiento, caracterizado principalmente por distracción moderada a grave, períodos de atención breve, inquietud motora, inestabilidad emocional y conductas impulsivas. Según el

Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-IV, 1995, pág. 39):

Habitualmente, los síntomas empeoran en las situaciones que exigen una atención o un esfuerzo mental sostenidos o que carecen de atractivo o novedad intrínsecos (p. ej., escuchar al maestro en clase, hacer los deberes, escuchar o leer textos largos, o trabajar en tareas monótonas o repetitivas).

En el DSM. IV (1995, pág, 37) se define el trastorno por déficit de atención de la siguiente manera:

Se caracteriza por síntomas manifiestos de desatención y/o de impulsividad-hiperactividad. Se presentan subtipos para especificar la presentación del síntoma predominante: tipo con predominio del déficit de atención, tipo con predominio hiperactivo-impulsivo y tipo combinado. También se incluyen en este apartado los trastornos de comportamientos perturbadores: el trastorno disocial se caracteriza por un patrón comportamental que viola los derechos básicos de los demás o las principales normas o reglas sociales propias de la edad del sujeto; el trastorno negativista desafiante se caracteriza por un patrón de comportamiento negativista, hostil y desafiante. Este apartado incluye asimismo dos categorías no especificadas: trastorno por déficit de atención con hiperactividad no especificado y trastorno de comportamiento perturbador no especificado.

En la neuropsicología cognitiva se relaciona de manera directa a algunas funciones psicológicas con estructuras cerebrales concretas. Así, en esta aproximación cuando se habla de “atención” y “lóbulos frontales”, se refieren a un mismo nivel de análisis: psicológico o neuropsicológico. Incluso existen propuestas para igualar estos dos niveles, o para sustituir el nivel de análisis psicológico por el

nivel anatómico de las neurociencias. Sin embargo, el análisis neuropsicológico debe precisar la aportación funcional de los mecanismos psicofisiológicos específicos y no de las funciones psicológicas en su sentido tradicional.

En la neuropsicología de Luria (1977), al trabajo específico que realiza una zona cortical especializada se le denomina 'factor neuropsicológico', el cual aporta dicho trabajo para la realización de diferentes acciones o funciones psicológicas. Así, los lóbulos frontales, que constituyen el tercer bloque funcional del cerebro, se relacionan con el funcionamiento de varios factores. Uno de estos factores se relaciona con el trabajo de las zonas premotoras, al cual se le denomina factor de 'melodía cinética de las acciones y movimientos', es decir, de la organización secuencial motora. Los factores asociativos se relacionan con el trabajo de zonas terciarias complejas, en este caso se le llama factor neuropsicológico de 'programación y control de la actividad consciente y voluntaria' (Luria, 1974, 1977).

De hecho, es posible suponer que no exista una relación directa entre el proceso de atención y una sola zona cerebral, sino que dicha relación sea mucho más compleja. De acuerdo a la teoría de la localización sistémica y dinámica propuesta por Luria (1977), ninguna acción o función psicológica del ser humano se puede realizar sobre la base de un solo factor neuropsicológico. Al mismo tiempo, en una sola acción o función psicológica participan diversos mecanismos neuropsicológicos. Desde el punto de vista psicológico y partiendo de la propuesta de Galperin (1974), podemos decir que la atención es una acción interiorizada del control, en la cual participan necesariamente varios mecanismos neuropsicológicos (Solovieva, Quintanar y Flores, 2007).

1.2 Aspectos fisiológicos del TDAH

El TDAH posee características fisiológicas que lo distinguen, y cuando éstas no se reconocen puede conllevar a un diagnóstico erróneo, pues se ha considerado que algunas otras enfermedades como: alteraciones del sueño, estreñimiento crónico, enfermedades endocrinas, alteraciones hematológicas e

incluso algunas enfermedades genéticas puede tener síntomas muy parecidos (Perote & Serrano, 2012). Es por ello que ha surgido el interés del funcionamiento cerebral en específico como herramienta para el diagnóstico.

Existen diversas publicaciones médicas que han estudiado al TDAH a través de técnicas genéticas, fisiológicas, clínicas o con mecanismos electrónicos como la resonancia magnética, para explicar las causas que conllevan a dicho trastorno.

El estudio del cerebro se realizó por primera vez en 1870 por Fritsch y Hitzig, médicos militares del ejército prusiano, observaron que al estimular, mediante corriente galvánica, determinadas áreas laterales de cerebros descubiertos (de algunas de las bajas de la batalla de Sedán) se producían movimientos en el lado opuesto del cuerpo.

Al obtener el voltaje correspondiente de cada área cerebral, éste se puede analizar de diversas formas por ejemplo:

A través de la coherencia cortico-cortical la cual correlaciona el tiempo de dominio entre dos señales en una frecuencia de banda, proporciona información sobre el grado de conectividad funcional entre estructuras subyacentes al par de electrodos usados para calcular la medición de coherencia (Clarke, Barry, McCarthy, Selikowitz, Johnstone, Hsu, Magee, Lawrence y Croft, 2007).

Los estudios que miden la actividad eléctrica total de fondo (AE) del cerebro grabado desde la superficie de la cabeza en forma de electroencefalograma (EEG) refleja la actividad eléctrica de un gran número de neuronas piramidales, las cuales se encuentran ubicadas en la corteza cerebral. Esta actividad eléctrica depende de las características morfofuncionales de neuronas corticales, las neuronas de las estructuras profundas que envían señales a la corteza y el estado de las vías corticosubcorticales (Farber, 1972, 2009), de esta forma se pueden identificar la participación de las diferentes estructuras cerebrales durante la ejecución de diferentes acciones o actividades.

Los estudios de la actividad eléctrica del cerebro en pacientes con lesiones etiológicas diferentes en el sistema nervioso central, al principio considerados como una gran fuente de información fisiológica para el diagnóstico, con el uso y constante comparación de los registros se fueron desvanecieron las esperanzas de los médicos ya que no había ninguna relación definida entre el EEG y una enfermedad en particular (ausencia de EEG especificidad nosológica). Sin embargo, si se hace una especificidad de la composición de la persona en correspondencia con la enfermedad que presenta se pueden encontrar muchos estudios clínicos que muestran la correspondencia entre el tipo y la topografía de patrones de EEG anormales, por una parte, y los cambios patológicos funcionales en las estructuras del cerebro (Zhirmunskaja, 1991).

La objetividad en el uso del estudio se sintetiza en la posibilidad de reconocer e identificar patrones de EEG, estos patrones cambian rápidamente y posee una configuración compleja de diferentes oscilaciones, frecuencia y forma de onda, pero la posibilidad de tenerlo escrito facilita la interpretación. Estos análisis se pueden realizar bajo la observación de un experto y la obtención de mapas que muestran el funcionamiento específico general. Además, el análisis visual hace posibles la evaluación de la sincronización de oscilación observados en los segmentos cortos de los EEG registrados a partir de los cables simétricos bilaterales.

El análisis visual cualitativo podría proporcionar información decisiva sobre la participación de las estructuras cerebrales profundas subcorticales. A pesar del hecho de que los métodos modernos, tales como la neuroimagen, prevalecen sobre el análisis EEG cualitativo en el estudio de localización de los procesos patológicos en el Sistema Nervioso central, método de EEG con todas sus ventajas se podría utilizar en el diagnóstico funcional de las estructuras cerebrales en los niños y adultos. La identificación de patrones de EEG relacionados con el funcionamiento de la corteza y de estructuras subcorticales en personas con déficits cognitivos y de comportamiento podría ser otra aplicación importante del análisis cualitativo. Un estudio más detallado de los fenómenos EEG asociados

con diversos trastornos cognitivos y de comportamiento, incluyendo la detección de las fuentes corticales de estos patrones. Además el estudio de los patrones relacionados con los cambios en las señales inter e intracorticales requiere el análisis cuantitativo de la actividad eléctrica cerebral.

En el estudio actual del estado funcional del cerebro en niños con dificultades de aprendizaje se hizo un intento de combinar las ventajas de los rasgos que se podían observar en los trazos del electroencefalograma (cualitativa) y el análisis cuantitativo fondo EEG (Kurgarsky & Machinskaya, 2012).

Kurgasky & Machinskaya en su estudio reportan importantes datos sobre el desarrollo el estudio neuromorfológico clínico del electroencefalograma y sus aportes a patologías como el TDAH, algunos datos reportados son los siguientes:

Rango de frecuencia (es decir, por un fuerte actividad funcional córtico-cortical conexiones en este rango) en el *frontal, central, temporal anterior y parietal conduce con grado casi inalterada de autonomía en las derivaciones temporal y occipital posterior*. La coherencia de fondo más alta fue encontrada en los pares correspondientes al área frontal, central y los conductores temporales inferior derecha se debe a interacciones sincrónica. Por lo tanto, los orígenes más plausibles de las oscilaciones θ sincrónicas son observados en las derivaciones frontales y centrales, podría ser la actividad neuronal en el rango de frecuencia θ sincronizado a través de las conexiones corticosubcorticales.

Algunos estudios electroencefalográfico muestran los hallazgos obtenidos en sus estudios por niños con TDAH por ejemplo: en Kurgarsky y Machinskaya (2012) se señala una influencia recíproca entre la corteza frontal y el núcleo del tálamo dorsal medio (MD), o la influencia unidireccional de MD en la corteza, es capaz de proporcionar el alto grado de sincronización entre las ondas θ procedentes de diferentes lugares corticales. Es decir, que ante la presencia de ondas theta en zonas frontales se esperaría que los niños tuvieran problemas de inmadurez frontotalámica.

Los niños con ondas theta frontales pueden presentar en alguna medida alteración en la organización funcional del cerebro durante la actividad cognitiva y

en reposo, sin que este patrón se presente constantemente. Si este es el caso, entonces las ondas theta frontales que aparecen de vez en cuando no tienen un significado funcional separada de su propia actividad, pero podrían ser considerados como una de las muchas señales de inmadurez del sistema fronto-talámico. Existe otra explicación probable, que podría ser que en los niños con signos de inmadurez del sistema frontotalámico, a diferencia de sus homólogos sin signos de tal inmadurez, pueden experimentar disfuncionalidades esporádicas del cerebro. Sin embargo, se considera que este punto se puede determinar a partir del número de ocurrencia de las ondas theta en los niños, por lo tanto entre más aparezcan se puede determinar que el niño presenta mayor disfunción del sistema fronto- talámico. Otro aspecto importante que consideran en su estudio Kurgasky y Machinskaya (2012) es el hecho de que la corteza frontal siempre participa en las actividades que realiza la persona, aun estando en reposo. Los cambios en la conectividad entre el tálamo y la corteza frontal, así como en la conectividad cortical, podrían hacer una transición desde el reposo a la actividad compleja.

Murias, Swanson y Srinivasan (2007) estudiaron al TDAH a través de estudios de coherencia cortico-cortical, en sus resultados encontraron diferencias en la actividad cortical ante la presentación del estímulo, en su grupo que presentaba la variable TDAH se manifestaba ondas delta, theta, alfa y bandas superiores y elevados en la banda alfa inferior. En respuesta a los estímulos visuales, se observó reducción global de potencia y elevada coherencia frontal en el grupo de TDAH. La principal aportación de su estudio informa que se encontraron diferentes coherencias en la banda alfa entre los sujetos medicados y sin medicación.

Otro estudio realizado por Barry, Clarke y Jonhstone (2003) se reporta una reducción de potencia de la banda theta como hallazgo frecuente en el TDAH, este estado se observa más frecuentemente en el estado de reposo con los ojos cerrados. Los sujetos que se encontraban en estado de alerta con ojos abiertos, no se encontró ninguna reducción absoluta de la banda de potencia theta en el grupo TDAH.

Montagu (1975) encontró coherencias interhemisféricas e intrahemisféricas significativamente elevadas y una reducción en los niños hiperquinéticos (TDAH). Chabot y Serfontein (1996) reportaron en su estudio de coherencia reducción interhemisférica parietal y un aumento de la coherencia intrahemisférica en regiones frontales y centrales en niños con trastorno por déficit de atención. Además se obtuvo elevada coherencia frontal en las bandas delta y theta para el grupo de TDAH, este hallazgo se mantiene constante con investigaciones de su época. También se ha reportado baja frecuencia (2-4 Hz) en áreas frontales en el grupo de TDAH y elevaciones en la coherencia temporal durante la presentación del estímulo (pero no alerta). Aunque refieren que la disparidad de estos estudios puede asociarse al planteamiento metodológico.

Dockstader, Gaetz, Cheyne, Wang, Castellanos & Tannock (2008) Utilizaron magnetencefalografía (MEG) relacionada a eventos para examinar los patrones de ritmos en corteza primaria y secundarias (somatosensoriales), en respuesta a la estimulación del nervio mediano, en 9 adultos con TDAH y 10 controles sanos. Los estímulos fueron breves (0,2 ms) impulsos eléctricos no dolorosos que se presentan en el nervio mediano en dos condiciones contrapesadas: presentación impredecible y predecible estímulo. Se midieron los cambios en la fuerza, la sincronización, y la frecuencia de los ritmos corticales. Obtuvieron que el grupo control (sanos) mostró fuerte descincronización relacionada con el evento y la sincronía en la corteza primaria y secundaria. Por el contrario, las personas con TDAH mostraron descincronización significativamente más débil relacionada con el evento y la sincronía relacionada con el evento en las bandas alfa (8-12 Hz) y beta (15-30 Hz), respectivamente. Esto fue más notable durante la presentación aleatoria de la estimulación del nervio medio. Los adultos con TDAH mostraron significativamente duración más corta de la onda beta tanto en corteza primaria como secundaria, a excepción de cuando se podía predecir el inicio del evento de estímulo. En este caso, la ritmicidad de la corteza primaria en el grupo de TDAH no difería de la de los controles, aunque la corteza secundaria sí. De esta forma se llegó a la conclusión de que el procesamiento somatosensorial está alterado en las personas con TDAH.

Los investigadores añaden que la MEG constituye un enfoque prometedor para perfilar los patrones de actividad neuronal durante el procesamiento de la información sensorial (por ejemplo, la detección de un estímulo táctil, la previsibilidad de estímulo) y facilitar la comprensión de cómo el procesamiento sensorial básico puede ser la base y / o ser influidos por las redes neuronales más complejas involucrados en el procesamiento de pedidos superiores, siempre y cuando se cuenten con los recursos necesarios para llevar a cabo estos estudios.

Muller, Candrian, Kropotov, Ponomarey & Baschera (2010) realizaron un estudio enfocado en el análisis de las latencias durante una tareas, considerando que los niños con TDAH presentarían mayor número de latencias, es decir, mayor distracción. Las latencias presentadas se relacionaban con lo investigado por Keage, Clark, Hermens, Kohn, Clarke, Williams, Crewther, Lamb, & Gordon, (2006) quienes informaron de la presencia de latencias más cortas en áreas parietales en niños y adolescentes con TDAH, estos resultados se interpretan como resultado de una desviación de estímulos desviados que provocan un aumento de la distracción y se relacionan con los procesos de inhibición del sistema ejecutivo falsamente desencadenados por una detección temprana de la desviación (Golbstein, Spencer & Donchin, 2002). Es importante mencionar que en este estudio se reporta que las latencias encontradas son diferentes debido a la heterogeneidad en los rangos de edad de la población estudiada. Sin embargo, en su estudio también se encontraron datos en donde los niños que presentan el TDAH mostraron un mejor desempeño de áreas frontotemporales que los niños del grupo control, ante esto se sugiere que los participantes del grupo experimental, conscientes de sus dificultades ante tareas de funciones ejecutivas existe un esfuerzo mayor y por lo tanto esto se refleja en una mayor activación frontotemporal.

Otro aspecto importante que se considera en el estudio de Muller et al. (2010), es la asociación entre los componentes independientes asociados con diferentes sistemas funcionales del cerebro. Además de las funciones ejecutivas, que supone ser la zona núcleo, en el contexto de las dificultades del TDAH

también se encontraron componentes sensoriales que al parecer juegan un cierto papel, en los deterioros cognitivos en el TDAH.

En 2012, Méndez, Huethe, Schulte, Leonhart, Manjarrez & Kristeva, realizaron un estudio de desincronización en sujetos normales, reflejado a través de oscilaciones en el control motor, se utilizaron 2 grupos: uno que poseía mayor eficiencia motora cortical observada en el rendimiento y otro con menor. Se obtuvo como resultado que los sujetos con menor eficiencia motora' necesitan activación cortical más fuerte para el mismo rendimiento que los sujetos con una mayor eficiencia de la activación motora. Aunque el estudio realizado se enfocaba en el control muscular después de un aprendizaje, los autores argumentan que el nivel de alfa es más alto en el espectro de potencia y esto se puede asociar con una mayor implicación atencional en la tarea y más eficiente integración sensoriomotora.

Missonniera, Haslerc, Perroudd, Herrmanne, Milleta, Richiardif, Malafossec & Giannakopoulosb (2013) hicieron estudios de imágenes funcionales revelando patrones de activación cerebral diferenciales en el trastorno de hiperactividad con déficit de atención (TDAH) en pacientes adultos que realizaron tareas correspondientes a memoria de trabajo (MT). La existencia de alteraciones en los circuitos corticales relacionadas con MT durante la infancia puede preceder disfunciones ejecutivas en este trastorno. Para abordar esta cuestión, se realizó un (EEG) estudio electroencefalográfico de activación asociada con el tiempo-frecuencia (TF) el análisis en 15 adultos con TDAH y 15 controles que realizan dos tareas MT N-negro visual y las tareas de fijación pasiva. Los resultados relacionan la sincronización transitoria Frontal (fásica) de eventos-theta (ERS, 0-500 ms) en proporción reducida en los participantes del grupo con TDAH en comparación con los sujetos control.

En este mismo estudio las tareas de activación de MT, los pacientes con TDAH muestran desincronización menor alfa relacionados con el evento (ERD, ~ 200-900 ms) y ERS alfa posteriores superiores (~ 900 a 2400 ms) en comparación con los controles. El curso del tiempo de ciclo de ERD / ERS alfa se modificó en

pacientes de TDAH en comparación con los controles, lo que sugiere que son capaces de utilizar mecanismos compensatorios finales con el fin de realizar esta tarea MT. Estos hallazgos apoyan la idea de una disfunción relacionada con TDAH-de generadores neuronales favorece la atención dirigida a la información visual aferente. Casos de TDAH que pueden enfrentar con éxito MT necesita en función de la preservación de la ERS theta sostenida y aumento prolongado de ERS alfa en puntos de tiempo post-estímulo posteriores.

Un trabajo similar fue realizado por Kasper, Alderson & Hudec (2012) en su trabajo de funciones ejecutivas, este trabajo también se relaciona con el funcionamiento ejecutivo, específicamente en el funcionamiento de la memoria de trabajo. Estos investigadores sostienen que a través de las investigaciones revisadas, los niños con TDAH presentan un peor desempeño en tareas de memoria de trabajo comparación con los niños normales.

Los síntomas de maduración en el TDAH se han sugerido como resultado de un proceso de desviación en la maduración y desarrollo. La hipótesis de retraso de maduración (El-Sayed, Larsson, Persson, Santosh, & Rydelius, 2003) han sugerido que este retraso se relaciona con la mielinización del cerebro, lo cual podría traducirse en la coherencia del EEG. Muller et al (2010) observaron elevación interhemisférica 8-Hz en niños con TDAH, esto demuestra una consistencia con la hipótesis de retraso madurativo, porque como la energía, pico de espectros de coherencia aparece a desarrollar con la edad, que exhiben una disminución gradual en las frecuencias más bajas y aumentan en las frecuencias más altas (Fornara, Medaglini, Cursi, Locatelli, Minicucci, Leocani, Weber, Cerai, Chiumello, & Comi, 1997; Marosi, Harmony, Reyes, Bernal, Fernández, Guerrero, Rodríguez, Silva, Yanez & Rodríguez, 1997). La elevación de la coherencia de 8 Hz se observa sobre todo en los pares de canales ubicados cerca de la línea media, lo que sugiere la posibilidad de la elevación de rango de menor coherencia alfa que representa un retraso en la maduración de la corteza cingulada. En su estudio, Murias (2007) identificó que el grupo control presentaba espectros de coherencia alfa pico a 10 Hz, mientras que el grupo de TDAH

ampliamente alcanzó su punto máximo entre 8 y 10 Hz. Esto también puede ser compatible con un retraso en el desarrollo, al menos entre los frontales de largo alcance – y también en las regiones parietales cerca de la línea media. Para formar consistentemente estos resultados es necesario realizar estudios transversales o longitudinales para confirmar los retrasos en la maduración (Bresnahan, Anderson & Barry (1999). Sin embargo, esta especulación es aparentemente compatible con el estudio de Barry, et al. (2005) el desarrollo de la coherencia en 8 - a 12-años de edad, TDAH y los controles, que se han encontrado banda alfa interhemisférica (7.5 a 12.5 Hz), donde los valores de coherencia aumentó con la edad en saludable, pero no los sujetos con TDAH, a través de distancias largas entre los electrodos.

Datos sobre la medicación obtenidos a través de neuroimagen y estudios psicofarmacológicos sugieren que el Metilfenildato, un agonista de catecolaminas estimulantes, que es la principal droga para el tratamiento del TDAH, actúa principalmente por los sistemas de modulación frontoestriatales del cerebro (Mehta, Sahakian, & Robbins, 2001), como tratamiento terapéuticos con la intención de actuar como un bloqueador de los receptores de dopamina y la norepinefrina (Solanto 2002). Castellanos (2001) encontró que los pacientes con TDAH no medicados tenían volúmenes de materia blanca significativamente menores en comparación con los controles y los niños medicados con TDAH. Informes anteriores de los efectos de Metilfenildato en medidas de coherencia EEG han sido negativos. Lubar (1991) no encontró cambios de coherencia claras en los niños con TDAH que estaban bajo tratamiento farmacológico.

A través de estudios de EEG se ha encontrado evidencia anatómica que sugiere que el TDAH se caracteriza por la reducción de las regiones del cuerpo calloso, *el lóbulo frontal*, los ganglios basales y el cerebelo. Estas redes implican de entrada, procesamiento de salida y mantenimiento de la atención, incluyendo alerta y los procesos de funciones ejecutivas. En consonancia con las redes neuroanatómicas de la atención, o déficit de atención, procesamiento de la información, alerta, orientación y la memoria de trabajo puede ser mediada

principalmente en la corteza prefrontal. Los presentes hallazgos sugieren un estado estático de la conectividad deficiente entre los hemisferios en el TDAH y un estado de estímulo inducido por el exceso de conectividad dentro y entre los hemisferios frontales. Ellos sugieren que la maduración retardada de regiones corticales clave (por ejemplo, el cíngulo) puede estar asociada con el TDAH. Ellos implican que, además de los impedimentos anatómicos y neuropsicológicos asociados con disfunción de la corteza frontal, altera la conectividad funcional, en particular entre las regiones frontales, está implicado en el TDAH.

Clarke et al. (2007) encontró que en los niños con TDAH existe un incremento de ondas theta que ocurre principalmente en áreas frontales, existe incremento de ondas delta en áreas posteriores y decremento de actividad alfa y beta también más evidente en zonas posteriores (Barry, et al. 2003). La coherencia en el área frontal muestra un incremento de theta. La poca maduración que presentan estos niños en comparación con los controles sugiere una baja maduración correspondiente a un retraso en el desarrollo. El modelo del retraso en el desarrollo en niños con TDAH recibe considerable soporte al estudiarlos con características del espectro y pueden relacionarse a problemas de conducta expuestos en estos niños.

Algunos estudios han publicado diferentes resultados obtenidos con niños que presentan TDAH, como Montangu (1975) encontró que estos niños tenían un significativo aumento en la coherencia interhemisférica. Chabot & Sefontein (1996) reporta que los niños con TDAH tienen aumento en la coherencia inter e intrahemisférica en regiones frontales y centrales. Barry, et. Al. (2005) encontraron incrementos en la coherencia theta y disminuciones de coherencia alfa en relación más interhemisférica, y pequeñas medidas intrahemisféricas, con la reducción de alfa aparece mayor distancia entre electrodos. Frontalmente los niños con TDAH presentan una coherencia elevada de delta y theta y disminución de alfa. Clarke et al (2005) encontraron en los niños con TDAH, niveles más bajos de Ondas Theta que el grupo control en distancias entre electrodos más grandes y reducción en la lateralización tanto a las distancias largas como a las cortas.

En general existen diversos estudios realizados para el análisis del trastorno por déficit de atención que han encontrado un débil trabajo de áreas frontales y la participación desorganizada de áreas parietales y temporales (Kurgasky & Machinskaya, 2012; Muller, 2010; Méndez, 2012). Se puede concluir que al hacer un estudio del funcionamiento cognitivos en pacientes que presenten el TDAH se podría esperar que exista disminución de alfa en áreas frontales, además de una presencia de Theta y alfa en áreas parietales aunque la tarea no requiera la participación de esta área.

En conclusión los estudios realizados con técnicas cuantitativas como el electroencefalograma revelan que existe un retraso madurativo de áreas frontales, las cuales son las encargadas de regular la conducta y responsables del comportamiento, por lo tanto al existir una disfunción, el paciente con TDAH no tiene las capacidades cerebrales que le permitan tener un autocontrol adecuado, sin embargo, este aspecto no solamente es identificable en las estructuras frontales sino que también en áreas posteriores, la presencia de delta y theta en estructuras parietales, centrales y algunas temporales son aspectos importantes a considerar e investigar.

1.3 Aspectos psicológicos del TDAH

El cuadro del TDAH es tan complejo e impreciso que antes de diagnosticarse deben considerarse aspectos que repercuten en varias de las áreas sociales.

Una de las características que son evidentes para el diagnóstico de TDAH es el comportamiento. Se suele identificar por conflictos sociales, en estos casos se debe hacer la diferencia entre otros aspectos emocionales como el maltrato, abuso, un entorno familiar inestable y desorganizado, es decir que no existe una causa social que justifique el comportamiento del paciente, si el niño o adulto que presenta características que corresponden al trastorno por factores externos, de esta forma se pueden atribuir estas características a factores internos. Sin

embargo se debe considerar siempre que aunque el TDAH es biológico, su entorno social es necesario para su detección (Perote & Serrano, 2012).

Entonces los problemas de TDAH se reflejarán en todas las áreas sociales en las que interactúa el paciente, así, se puede determinar el tratamiento que puede llevarse con el paciente cuando se establece el área en donde tiene mayores repercusiones.

Por ejemplo, se puede considerar como un problema familiar cuando el comportamiento de un niño que presenta el trastorno afecta las relaciones entre hermanos; o incluso en la medida que los padres intentan ejercer el control correspondiente para contener al niño y obtener pobres resultados puede ocasionar problemas de pareja también puede afectar la integridad de las personas con las que se tenga relaciones más estrechas; en la escuela, al niño le cuesta trabajo concentrarse y cumplir con los objetivos impuestos por el maestro, esto lleva a un bajo rendimiento; e incluso se pueden generar problemas económicos, al requerir el medicamento y constantes terapias para llegar a una solución efectiva (Mejorada, 2001).

CAPÍTULO 2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE TDAH

2.1 Métodos de evaluación de funciones ejecutivas

Para conjuntar los datos fisiológicos y psicológicos la neuropsicología ha integrado modelos teóricos que ayuden a explicar y comprender mejor el funcionamiento cerebral y de la misma manera proporcionar herramientas terapéuticas más eficientes tanto para el paciente como para su entorno. Al existir déficit en el desarrollo de lóbulos frontales se va a observar impacto en las funciones que tienen estas áreas. Las principales acciones que realizan los lóbulos frontales son las funciones ejecutivas (en la zona anterior) y organización de los movimientos (zona posterior).

Las funciones ejecutivas FE, ya que se localizan en zonas prefrontales en pacientes que han sufrido lesiones en dichas áreas pueden sufrir dificultades para realizar algunas actividades cotidianas, específicamente por dificultades de autocontrol, planeación, entre otras. En los niños es importante que se desarrollen estas áreas puesto que si no se desarrollan se podrían generar problemas muy parecidos a los que sufren lesiones.

El surgimiento de la FE se puede identificar desde que el niño demuestra tener la capacidad para controlar la conducta usando información previa y progresivamente se van optimizando con la interlocución de por una parte la maduración cerebral y por la otra, la estimulación ambiental.

Las funciones ejecutivas incluyen un grupo de habilidades cognoscitivas cuyo objetivo principal es facilitar la adaptación del individuo a situaciones nuevas y complejas yendo más allá de conductas habituales y automática (Collette, Hogge, Salmon, & van der Linden, 2006) Una gran variedad de destrezas han sido incluidas dentro de las llamadas funciones ejecutivas tales como la capacidad para establecer metas, el desarrollo de planes de acción, la flexibilidad de pensamiento, la inhibición de respuestas automáticas, la autorregulación del comportamiento, y la fluidez verbal (Anderson, 2002, Fisk & Sharp, 2004; Lezak, Howieson & Loring, 1983; Rosselli, Ardila, Lopera, & Pineda, 1997). Las FE se consideran como la base de los procesos psicológicos generales, aspectos como atención y memoria dirigida se consideran dentro de las funciones ejecutivas, y el desarrollo de estas lleva a una vida óptima en donde se pueden llevar a cabo aspectos de la vida cotidiana con facilidad o dificultades según como se encuentren funcionando.

Los lóbulos frontales son las estructuras cerebrales de más reciente desarrollo y evolución en el humano, tanto funcional como estructuralmente (Flores & Ostrosky, 2011). Su perfeccionamiento en comparación con los primates se relaciona con la necesidad de un control y coordinación más compleja de los procesos cognitivos y conductuales que surgieron a través de la historia de las especies. Estas estructuras altamente especializadas son el sustrato fisiológico de las denominadas funciones ejecutivas. Debido a esta capacidad, se considera que

los lóbulos frontales representan el “centro ejecutivo del cerebro”, el sustrato anatómico de las funciones ejecutivas (Goldberg, 2001).

Existen diferentes características que distinguen a las funciones ejecutivas, sin embargo se hacen agrupaciones de características para determinar cada actividad en donde es necesario el uso de lóbulos frontales en la solución de problemas, alguna clasificación de las FE es la de Roselli, Jurado & Matute (2008) constituida por:

Control atencional

El control atencional incluye una mejor atención selectiva y mantenida, y un dominio en la capacidad para inhibir comportamientos automáticos e irrelevantes (Anderson, Levin, & Jacobs, 2002). Para que el niño haga una selección apropiada de la información pertinente y mantenga su atención durante periodos prolongados es esencial que aprenda a inhibir respuestas que surgen de manera automática (Wodka, Mahone, Blankner, Larson, Fotedar, Denckla, & Mostofsky, 2007). Existen diferentes tareas para evaluar esta función ejecutiva, las más recurridas son las tarea de tipo “Go-no go” (go- acción, no go- inhibición) donde el participante debe inhibir las respuestas cotidianas para dar otra específica según la consigna. Diferentes estudios demuestran que la capacidad para controlar la inhibición y dar respuestas adecuadas mejora con la edad, encontrando que a partir de los 9 años el desempeño mejor, sin embargo hasta los 10 años se considera que puede alcanzar un desempeño correspondiente a un adulto.

Planeación

La habilidad para planear se refiere a la capacidad para identificar y organizar una secuencia de eventos con el fin de lograr una meta específica (Lezak et al., 2004). En este tipo de función ejecutiva se observa un mejor desarrollo entre 7 y 11 años de edad, sin embargo en la adolescencia se llega a alcanzar un desarrollo muy parecido a la adultez (Roselli, 2008). Una de las tareas que se utilizan para medir esta función es a través de la torre de Hanoi en donde

el niño debe planear su ejecución antes de realizarla para obtener una mejor puntuación.

Flexibilidad cognoscitiva

La flexibilidad cognoscitiva se refiere a la habilidad para cambiar rápidamente de una respuesta a otra empleando estrategias alternativas. Implica normalmente un análisis de las consecuencias de la propia conducta y un aprendizaje de sus errores (Anderson, et al. 2002). En esta función se estima que alrededor de los 3 a 5 años se comienza a desarrollar esta habilidad, siguiendo una regla. Una prueba que se utiliza para medir esta capacidad cognitiva es la clasificación de Cartas de Wisconsin, de la cual existen diferentes variaciones. Se explicará más en el apartado correspondiente a los métodos de experimentación.

Flexibilidad verbal

La generación verbal se considera una función ejecutiva que usualmente se evalúa mediante pruebas de fluidez que piden la producción de palabras pertenecientes a un grupo específico dentro de un límite de tiempo. Esta habilidad se puede evaluar en dos modalidades, desde categorías semánticas o restricción fonológica. En ambas modalidades se demanda la inhibición de palabras que estén de alguna forma relacionadas a lo que se menciona pero que no cubre con la restricción que se pide, por lo tanto la persona debe implementar una estrategia.

2.2 Clasificación de cartas de Wisconsin

El Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin fue ideado por Grant y Berg para evaluar la capacidad de abstracción, la formación de conceptos y el cambio de estrategias cognitivas como respuesta a los cambios que se producen en las contingencias ambientales. Ha sido utilizado tradicionalmente como un test para generar cambios en el set de respuesta. Posteriormente, Milner & Petrides (1986) contribuyó a establecer esta tarea como esencial en la evaluación de las alteraciones en el control ejecutivo de la atención resultantes de lesiones en el

lóbulo frontal (Cepeda, Cepeda & Kramer, 2000; Stuss, 2002). Varios estudios clásicos descubrieron que la ejecución del WCST aparecía especialmente deteriorada por las lesiones del lóbulo frontal (Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2001; Milner & Petrides, 1986; Nelson, 1967; Teuber, Battersby & Bender, 1951). Sin embargo, en la actualidad, muchos autores cuestionan la sensibilidad y especificidad del test original para emitir un juicio sobre la localización frontal o no frontal de una lesión o de una disfunción cerebral en el caso de pacientes psiquiátricos (Anderson, Bigler & Blatter, 1995; Corcoran & Upton, 1993).

El Wisconsin consiste en dos juegos de 64 cartas, las cartas están compuestas por la combinación de tres clases de atributos: la forma (triángulo, estrella, cruz y círculo), el color (rojo, azul, verde y amarillo) y el número (uno, dos, tres o cuatro elementos). La tarea consiste en repartir las cartas con arreglo a un criterio, por ejemplo, el color. Cuando el sujeto realiza diez respuestas correctas consecutivas, consigue una categoría, y a partir de la última se cambia el criterio de clasificación sin previa advertencia. Si continúa clasificando las cartas con el criterio de la categoría anterior, va puntuando en errores perseverativos.

Algunos de los cuestionamientos que se le hacen a la prueba se enfocan en que en primer lugar, el WCST no discrimina siempre entre pacientes con lesiones frontales de personas normales o con lesiones en otras regiones (Reitan & Wolfson, 1994). Y también que el papel de la memoria de trabajo parece ser importante en este test. El WCST mide los siguientes procesos: habilidad para la resolución conceptual de problemas, uso del feedback, capacidad para modificar estrategias incorrectas, flexibilidad e inhibición de respuestas prepotentes pero incorrectas. Por último lugar, el problema de solucionar normas para alcanzar la meta debe extraerse y cambiarse durante la ejecución del test, sin que el sujeto tenga conocimiento de ello. Los sujetos tienen que ordenar cartas bajo tres principios reforzados por feedback (Grant y Berg, 1948). Cuarto, la versión computarizada difiere de la versión tradicional, y los niños autistas tienden a ejecutar mejor la versión computarizada que la tradicional (Ozonoff, 1995). Quinto,

las variables reportadas en el WCST difieren a lo largo de los estudios, haciendo comparaciones entre la dificultad de los estudios.

El WCST puede ser un instrumento eficaz para la evaluación de funciones ejecutivas, sin embargo se deben tener en cuenta las características principales del paciente para establecer rangos esperados y no ser determinante en la disfunción cerebral.

2.3 Redes corticales y subcorticales distribuidas que soportan las funciones cognitivas básicas

Las diferencias en las redes corticales y subcorticales distribuidas que soportan las funciones cognitivas básicas (como la atención, control motor y la auto-regulación) se han propuesto como base neural para el TDAH (Castellanos 1997; Swanson, Kinsbourne, Nigg, Lanphear, Stefanatos, Volkow, Taylor, Casey, Castellanos, & Wadhwa, 2007; Solanto 2002). El principal sustrato de la anatomía conectividad entre las regiones corticales es un amplio sistema de fibras de sustancia blanca, que componen casi la mitad del volumen total del cerebro, que siguen madurando durante toda la infancia normal, la adolescencia y la edad adulta temprana (Paus, 2004).

Se han observado volúmenes reducidos dentro del hemisferio (corticocorticales) y la materia blanca del cuerpo calloso se han observado en el TDAH (Hynd, Morgan & Vaughn 1997; Giedd, Lenroot, Shaw, Lalonde, Celano, White, Tossell, Addington & Gogtay, 1994; Semrud-Clikeman, Filipek & Biederman, 1994; Baumgardner, Singer & Denckla, 1996; Filipek, Semrud-Clikeman & Steingrad, 1997; Castellanos, Giedd & Marsh, 1996). Esto sugiere la posibilidad de que los síntomas de TDAH pueden estar relacionados con las interacciones con discapacidad dentro de las redes cerebrales, en lugar de deterioro de la función de las regiones corticales especializadas.

La conectividad funcional en las redes del cerebro se podría interpretar como las relaciones estadísticas que se encuentran entre las señales neurofisiológicas medidas a partir de las regiones neuronales separadas espacialmente (Lehmann & Skandries, 1980; Friston, 1994; Varela, Lachaux, Rodríguez & Martinerie, 2001). Electroencefalografía (EEG) es una tecnología de neuroimagen no invasiva se adapta particularmente bien a los grupos sujetos pediátricos. Poblaciones neuronales corticales que exhiben un alto grado de sincronía oscilatoria sobre áreas relativamente grandes (del orden de al menos 100 a 1.000 mm²) pueden generar potenciales eléctricos que se pueden medir con electrodos colocado en el cuero cabelludo (Lopes da Silva y Pfurtscheller 1999, Núñez & Srinivasan, 2006). Los niveles de sincronización entre dichas poblaciones neuronales distribuidos a través de diferentes partes del cerebro pueden ser estimados a partir de los registros de EEG a través de las mediciones de coherencia.

Varios autores sugirieron que la sincronización es un método efectivo (Schoffelen et al 2005; Fries y otros, 2007; Kristeva et al. 2007; Womelsdorf et al 2007; Engel & Fries 2010; Hipp et al 2011; Cantante 2011), que relaciona diferentes procesos como la memoria de trabajo a largo plazo y actúa facilitando la comunicación neuronal y la promoción de la plasticidad neuronal, es decir, la comunicación neuronal y plasticidad pueden apoyarse mutuamente (Buzsaki 2006; Fell y Axmacher 2011). En algunos estudios hasta se considera que probablemente induce la plasticidad sináptica entre ambas redes. Conectividad funcional cerebral anormal es un factor candidato en trastornos del desarrollo cerebral asociados con la disfunción cognitiva.

Consideraciones anatómicas estudios de imágenes de resonancia magnética del cerebro sugieren reducciones globales de volumen de hasta el 5% en el TDAH, entre ellos la reducción del lóbulo frontal (Castellanos et al 1996, 2002; Filipek et al, 1997) y los volúmenes corticales prefrontal dorsolateral (Giedd et al 2001). Se han reportado reducciones de la materia gris en la corteza frontal y el núcleo caudado, así como un aumento en la densidad de la materia gris en los aspectos posteriores de los lóbulos temporales y los aspectos inferiores de los

lóbulo parietal (Sowell et al. 2003). También volúmenes cerebelosos aparecen reducidos en el TDAH, como son el núcleo caudado y globo pálido volúmenes de los ganglios basales (Hynd et al 1993; Aylward et al 1996; Castellanos et al 1996; Filipek et al 1997). Reducción de los volúmenes de materia blanca se han observado en el frontal derecho (Semrud-Clikeman et al. 2000) y las regiones del cerebro retrocalloso bilateral (Filipek et al. 1997). La rodilla del cuerpo calloso, que conecta las cortezas temporal y parietal, parece más pequeño en el TDAH (Hynd et al 1991; Semrud-Clikeman et al 1994; Lyoo et al 1996.).

La tribuna, la porción más anterior e inferior del cuerpo calloso conexión hemisferios corticales frontales y prefrontales, también puede aparecer más pequeño en grupos de TDAH (Hynd et al 1991; Giedd et al 1994; Baumgardner et al 1996). Como muchas de las diferencias de coherencia que encontramos estaban en hemisferios, estos hallazgos pueden reflejar diferencias en conexiones funcionales del cuerpo calloso entre los 2 grupos de niños. En los seres humanos, los patrones de coherencia EEG aparecen de la conectividad cortical anatómica (Tucker et al 1986; Núñez 1995). Reducción de coherencias se han observado en las lesiones patológicas del cuerpo calloso y la corteza visual (Knyazeva et al 1999;. 2002).

En los seres humanos, los patrones de coherencia EEG aparecen de la conectividad cortical anatómica (Tucker et al 1986; Núñez 1995). Reducción de coherencias se han observado en las lesiones patológicas del cuerpo calloso y la corteza visual.

Al considerar la conectividad cortical anormal en la esquizofrenia, Innocenti et al. (2003) sugirieron que una pérdida parcial de axones del cuerpo calloso puede servir para mejorar la conectividad cortical, mediante la inducción de los axones restantes para aumentar su número de botones y / o su extensión en la corteza contralateral. Por lo tanto, neuronas callosas que se proyectan en un hemisferio más poderosamente podrían controlar la excitabilidad de las neuronas en el otro hemisferio. Dada la sustancia blanca intrahemisférica y rostral, se han observado reducciones en el volumen calloso en el TDAH, esto puede explicar las

elevadas frecuencias de estímulos de coherencia frontal inducidos por el TDAH (2-4 Hz).

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO: FUNCIONAMIENTO DE LÓBULOS FRONTALES LA APROXIMACIÓN DE LURIA

Los lóbulos frontales se sitúan en la parte anterior del encéfalo, se subdividen en dos áreas en la *premotor*, que se encarga de la organización secuencial de movimientos y acciones mentales y la otra área se denomina *prefrontal*, en esta se llevan a cabo acciones mentales de análisis, planeación, orientación y ejecución de la tarea.

En el área *premotor* lleva a cabo el análisis del orden que se deben dirigir nuestros movimientos para poder lograr una acción específica, sin embargo su trabajo no se limita a los movimientos, pues Sechenov descubrió que esta área cerebral tiene conexiones que interactúan con áreas aferentes auditivas y visuales, lo que lleva a que también lleve a síndromes del lenguaje. Los síndromes se relacionan a las dificultades para establecer relaciones espacio-temporales a través del lenguaje verbal (Luria, 1979). Estas áreas alcanzan su punto más alto de desarrollo a los 15 años, pues es el período más alto de mielinización, posteriormente existe un decremento de la mielina lo que conlleva a que después de los 15 años de edad el desarrollo de áreas *premotoras* sea más lento (Roselli, 2003).

El área *prefrontal* de ambos hemisferio es la encargada de llevar a cabo proceso cognitivos más complejos. Evolutivamente son las estructuras cerebrales de más reciente desarrollo en el humano, tanto funcional como estructuralmente (Flores, 2011). Su perfeccionamiento en comparación con los primates se relaciona con la necesidad de un control y coordinación más compleja de los procesos cognitivos y conductuales que surgieron a través de la historia de las especies. Estas estructuras altamente especializadas son el sustrato fisiológico de las denominadas funciones ejecutivas. Debido a esta capacidad, se considera que

los lóbulos frontales representan el “centro ejecutivo del cerebro”, el sustrato anatómico de las funciones ejecutivas (Goldberg, 2001).

Las funciones ejecutivas o de supervisión se sustentan por las regiones prefrontales corticales (es decir, los lóbulos frontales del cerebro), que tienen amplias conexiones anatómicas y funcionales a todas las demás partes del cerebro. Los lóbulos frontales desempeñan el papel de “director de orquesta” en la participación concertada de los otros componentes de las funciones psicológicas. Según una definición, la función de los lóbulos frontales son o sirven 'para iniciar y llevar a cabo novela comportamiento dirigido a un objetivo' (Fuster 1989).

Funciones ejecutivas organizan los procesos perceptivos, mnésicos y las operaciones de la praxis en una acción conjunta y realizan las siguientes tareas: la búsqueda de la meta de una acción; decidir si o no para iniciar una acción; continuar o detener diferentes operaciones o una acción de conjunto; y evaluar la correspondencia de los objetivos y resultados. En otras palabras, las funciones ejecutivas estructuran una acción dirigida a metas. Por lo tanto, la estructura de una secuencia de acciones dirigida a un objetivo necesita ser examinada. Un ejemplo de tal acción es la generación de un enunciado. Según Vygotsky, la generación de un enunciado tiene la siguiente estructura: Motivo, pensamiento interior, habla-plano externo del habla (semántica) (Akhutina 1978; Vygotsky 1987). Vygotsky diferencia el fundamento afectivo de una acción (motivo) y la decisión sobre la forma de pasar del estado actual al estado deseado (pensamiento); la diferencia entre las dos imágenes mentales define y fija el objetivo de la acción, que está mediada por signos interiores / palabras (Vygotsky, 1978). Operaciones programadas y sus resultados pueden ser comparados con las metas de las acciones, y estos procesos reiteran o se detienen.

Hay niños que tienen problemas con la planificación, control y evaluación de sus acciones. A estos niños se les considera lentos, apáticos y carentes de iniciativa, o pueden ser hiperactivos e impulsivos, que tienen dificultades para concentrarse y mantener la atención. Ninguno de ellos son lo suficientemente activos para hacer un análisis completo de demandas de la tarea. Estos niños

pueden tener problemas para encontrar las características clave, toman decisiones utilizando sólo fragmentos de características de tareas (demandas), y que no siempre evaluar si sus resultados cumplen con el propósito o meta de su acción.

El desarrollo de la tecnología y de la ciencia ha permitido avances importantes de tal manera que la discusión mente-cerebro ha sido superada y hoy podemos entender que los procesos cognitivos tienen una base fisiológica en el cerebro, teniendo una localización más o menos parecida en todos los seres humanos, lo cual se ha corroborado mediante sofisticadas técnicas (como la neuroimagen funcional, los estudios de flujo sanguíneo y estudios funcionales basados en el gasto de glucosa) y ha permitido realizar un mapeo anatómico-funcional de estas capacidades.

3.1 Neuroanatomía de los lóbulos frontales

Los lóbulos frontales pueden dividirse en tres grandes áreas, cada una tiene funciones específicas, la participación del ser humano. Las áreas son las siguientes:

a) *La corteza órbito-frontal (COF)* (Stuss y Levine, 2000), se ubica en la base del lóbulo frontal y participa en la regulación de las emociones y en las conductas afectivas y sociales, así como en la toma de decisiones basadas en estados afectivos; se encuentra involucrada en el procesamiento de la información relacionada con la recompensa, lo que permite la detección de cambios en las condiciones de reforzamiento, y a su vez pone en marcha los mecanismos necesarios para realizar ajustes durante el desarrollo de una acción o conducta.

La COF es la responsable de tomar decisiones basándonos en las experiencias que fueron desagradables o placenteras, hace la valoración de riesgo-beneficio de actuar de una u otra manera y con ello se modifica la acción o

la elaboración de un plan de acción para evitar lo desagradable y obtener recompensas.

La COF se conecta estrechamente con el sistema límbico (las estructuras subcorticales encargadas de aspectos emocionales). Por eso representa el sistema para la toma de decisiones basada en estados afectivos. Recibe información de muchos tipos: gustativa, olfativa y somatosensorial, lo que permite hacer valoraciones basadas en un amplio repertorio de informaciones.

Uno de los aportes fundamentales en la toma de decisiones ocurre cuando se presentan situaciones no especificadas o impredecibles, la corteza órbito-frontal participa marcando o señalando el valor o relevancia de la conducta de cada una de las respuestas disponibles para la situación dada.

Los aspectos somato-sensoriales se desarrollan en el primer año de vida, sin embargo, su perfeccionamiento y su relación con la conducta se expresan a partir de la edad preescolar, posteriormente este proceso se complejiza formando dentro de sus características aspectos de toma de decisiones basados en gustos, los cuales pueden desarrollar patrones

b) *La corteza fronto-medial (CFM)*, soporta procesos como inhibición, detección y solución de conflictos, al igual que la regulación y el esfuerzo atencional. También participa en la regulación de la agresión y de los estados motivacionales.

La inhibición se refiere a la capacidad para ignorar estímulos e información irrelevante para la solución de una tarea o la realización de una actividad permitiendo una estabilidad en el desempeño, ligada también con el esfuerzo atencional y su regulación, enfocando la atención solo a lo importante para nuestro objetivo.

Cada actividad humana empieza por una intención definida que se dirige a una meta específica y que se regula por un programa definido que demanda un tono cortical constante. El área medial de la corteza frontal, también participa por

medio de sus conexiones con la formación reticular en el mantenimiento de este tono cortical.

c) *La corteza prefrontal dorsolateral* (CPF_{DL}) es la estructura cerebral más compleja y más desarrollada funcionalmente en los humanos, siendo este extenso desarrollo y su organización funcional una característica propia de los seres humanos. Soporta los procesos “más cognitivos” de la CPF, como son las funciones ejecutivas de planeación, abstracción, memoria de trabajo, fluidez (diseño y verbal), solución de problemas complejos, flexibilidad mental, generación de hipótesis y estrategias de trabajo, seriación y secuenciación, etc., además representa el aspecto “frío” de la toma de decisiones.

3.2 Desarrollo de los lóbulos frontales

El desarrollo de las funciones ejecutivas está estrechamente relacionado con la maduración del lóbulo frontal, en especial de la región prefrontal, la cual está relativamente inmadura en el niño recién nacido y continúa su maduración durante la niñez y hasta entrada la adolescencia (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs, & Catroppa, 2001; Fuster, 1993). Los cambios principales que se observan en el lóbulo prefrontal durante su desarrollo incluyen procesos de arborización, mielinización y sinaptogénesis (Anderson, Northam, et al., 2001). El desarrollo progresivo de las funciones ejecutivas durante la infancia coincide con la aparición gradual de conexiones neuronales dentro de los lóbulos frontales (Anderson, Northam, et al., 2001; Bell & Fox, 1997; Nagy, Westerberg, & Klingberg, 2004; Powell & Voeller, 2004). Se han demostrado períodos en el desarrollo humano en los que aparece un desarrollo más marcado de la corteza prefrontal (Klingberg, Vaidya, Gabrieli, Moseley, & Hedehus, 1999) con mayor mielinización, y con el consecuente incremento de la sustancia blanca. El primero de estos períodos se observa entre el nacimiento y los 2 años, el segundo entre los 7 y los 9, y el último al final de la adolescencia, entre los 16 y los 19 años (Anderson, Northam, et al., 2001; Sowell et al., 2003). Varios autores han correlacionado los cambios

estructurales que ocurren en los lóbulos frontales en diferentes grupos de edad con medidas explícitas de las habilidades ejecutivas (Sowell, Delis, Stiles, & Jeringan, 2001). La relación entre las funciones ejecutivas y los lóbulos prefrontales ha sido igualmente confirmada por estudios con poblaciones

El proceso de desarrollo del cerebro comienza se dirige de abajo hacia arriba, esto quiere decir que comienza con áreas subcorticales en el primer año de vida, encargadas de la regulación homeostática de todo el organismo; posteriormente en los dos primeros años, se desarrollan áreas posteriores, encargadas del análisis sensorial y por último como a la edad de los tres años, se empiezan a desarrollar áreas anteriores o frontales, las cuales se encargarán de la regulación de toda la conducta, además de la formación de la personalidad (Luria, 2005).

Los lóbulos frontales son un área tan compleja que su desarrollo se lleva a cabo en los siguientes 20 años. En donde la persona, debe aprender a planear, regular y conducir su conducta además de formar su personalidad. El ser humano al poseer la capacidad para analizar los estímulos de su entorno y contar con una regulación homeostática, la evolución proporcionó la capacidad para complejizar la conducta y diferenciarla de los animales.

Para que cada área se pueda llevar desarrollar adecuadamente es necesario tanto de salud como de un entorno social que brinde todas las necesidades de planeación, orientación, verificación y personalidad. Si alguno de estos aspecto no se desarrolla de manera adecuada, se producen cambios patológicos (Luria, 1974).

A lo largo de nuestras actividades cotidianas llevamos a cabo acciones correspondientes al funcionamiento de los lóbulos frontales, las tareas más conocidas son las relacionadas a las funciones ejecutivas, debido a que la cognición comprende un conjunto de capacidades que interactúan en común para la realización de un objetivo. De las acciones comunes que realiza el ser humano en sus relaciones cotidianas se encuentran acciones que involucran a la memoria,

la capacidad para expresar y entender el lenguaje, la propiocepción y el movimiento, y estas no se llevarían a cabo sin la coordinación e interacción de cada una para llegar al resultado que queremos alcanzar. Por ejemplo, cuando se quiere estudiar para un examen se deben tener la capacidad para almacenar los conocimientos (memoria), este mecanismo debe funcionar bien para lograr la primera parte del objetivo, sin embargo, la segunda parte estaría orientada a la capacidad de acceder al conocimiento ya codificado, por lo tanto sí esta segunda parte correspondiente a los lóbulos frontales no funciona adecuadamente, se puede fallar en la tarea.

Otro aspecto importante a considerar es que aunque los lóbulos frontales se dividen en tres grandes áreas, el trabajo se realiza en conjunto de las tres. Cuando realizamos una tarea, la mayor participación la realizará el área dorsolateral, puesto que es la encargada de del monitoreo y verificación continua de la tarea, pero también participa el área medio-dorsal, que es la encargada de inhibir los estímulos del entorno y concentrarnos; además del área orbito frontal que es la encargada de regular todos los procesos emocionales para concentrarnos en la tarea. Estas áreas trabajan como un sistema funcional complejo y por lo tanto son vitales para la realización de nuestras actividades diarias (Luria, 2005).

Sin embargo también se debe considerar que el aprendizaje arrastra al desarrollo, por lo tanto, mientras el niño pueda interactuar mejor con el entorno social, esto impactará en el desarrollo del niño (Vigotsky, 1993), esto se ha podido representar en diferentes estudios, en Méndez, et al (2012) existe evidencia de que cuando se realizan aprendizajes de diferentes tipos sensorial, motor o cognitivo, esto lleva a una reorganización funcional cerebral, reflejada con métodos cuantitativos como el electroencefalograma.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Planteamiento del problema

El trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad ha llegado a conformarse como un problema de salud en la población infantil. La atención y tratamiento ha involucrado a diferentes áreas de la salud y educación como neurología, psiquiatría, psicología, pedagogía y neuropsicología. Esto debido a las diferentes causas que se han atribuido a su apareamiento, es decir, aspectos orgánicos y sociales.

Cuando se diagnóstica el TDAH, aunque se identifiquen los criterios clínicos específicos para la evaluación, en ocasiones pueden existir errores, debido a que la observación del clínico puede estar condicionada por el ambiente superficial del consultorio, dentro del cual el paciente actúa diferente; sin darse cuenta, el clínico podría ignorar aspectos relevantes para el diagnóstico. Esto lleva a críticas e incluso cuestionamientos de la existencia del trastorno (Narbona, 2001). Sin embargo, investigaciones genéticas y fisiológicas han descubierto aspectos importantes para el diagnóstico del trastorno como los genes en donde se localiza la alteración morfológica, y la identificación del funcionamiento cerebral asociado al trastorno. La desventaja de estos estudios es que algunos resultan ser costosos, tardados y exclusivos de áreas psiquiátricas (Díaz, 2002).

Otra herramienta que ayuda a establecer de diagnóstico considerando aspectos fisiológicos, es el estudio a través de Electroencefalograma, pues además de ser un método no invasivo tiene excelente resolución temporal. Sin embargo, la carencia de técnicas o paradigmas experimentales de análisis EEG ha producido resultados imprecisos en niños diagnosticados con problemas de TDAH. En general, sólo se sabe que en los niños con problemas de aprendizaje se observa un incremento en la potencia absoluta de las bandas de frecuencia lentas (δ y θ) y Así, las técnicas de exploración cerebral han demostrado su potencial de utilidad en diagnóstico y evaluación de tratamientos

neuropsicológicos de los problemas del TDAH y aprendizaje. En algunos estudios previos, se han mostrado datos de utilidad de uso de técnica de EEG, en particular de análisis cualitativo visual que puede ser correlacionado con datos obtenidos a partir de evaluación neuropsicológica en casos del síndrome de TDAH en la edad preescolar (Solovieva y cols., 2009).

Las dificultades que llegan a presentar los niños se correlacionan con áreas cerebrales frontales, la participación de estas áreas se puede identificar a través de tareas de funcionamiento ejecutivo (control atencional, planeación, flexibilidad cognitiva, flexibilidad verbal), por ello es necesario correlacionar el funcionamiento ejecutivo en los niños que presentan el trastorno y a su vez, observar de qué forma se representa la actividad eléctrica en los niños con TDAH, a través del estudio electroencefalográfico.

4.2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar los patrones de actividad eléctrica en los niños con TDAH a través del electroencefalograma durante la ejecución de tareas correspondientes al funcionamiento ejecutivo (Clasificación de Cartas de Wisconsin).

4.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar el funcionamiento neuropsicológico en niños con TDAH a través de una tarea relacionada al trabajo de funciones ejecutivas (clasificación de cartas de Wisconsin).

Caracterizar las diferencias en el funcionamiento cortical en niños con TDAH y niños de desarrollo normal a través de la técnica de electroencefalograma.

Establecer relaciones en el funcionamiento ejecutivo y cortical en niños con TDAH.

4.3 HIPÓTESIS

La actividad eléctrica cerebral se manifestará por la presencia de actividad delta y theta en zonas frontales en los niños con TDAH, en comparación con el grupo control. Además los niños con TDAH presentarán un desempeño menor en la clasificación de cartas de Wisconsin, con mayores errores de flexibilidad cognitiva en comparación al grupo control debido a las dificultades para mantener la atención dirigida.

CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA

5.1 Muestreo

Se realizó un muestreo por conveniencia formando un grupo de niños diagnosticados con TDAH (n= 8). Asimismo, se estudió otro grupo de niños sanos control que contaban con un promedio escolar mayor de 8 (n=7), pareado por promedios de edad con los niños con TDAH y nivel socio-cultural, con el fin de establecer comparaciones.

Tabla 1. Criterios de inclusión, de no inclusión y de exclusión

Participantes	Niños con problemas de Aprendizaje	Niños sanos
Criterios de inclusión	Tener diagnóstico previo de especialista correspondiente de TDAH. Edad entre 6 y 12 años.	Edad entre 6 y 12 años
Criterios de no inclusión	Desorden cerebral orgánico Retardo mental Daño orgánico actual (enfermedad)	Antecedentes psicopatológicos Trastorno orgánico actual
Criterios de exclusión	Abandono voluntario de sesión Número insuficiente de ventanas de registro electroencefalográfico para el análisis.	Abandono voluntario de la sesión Número insuficiente de ventanas de registro electroencefalográfico para el análisis.

5.2 VARIABLES:

5.2.1 Variable independiente:

Trastorno por déficit de atención

5.2.2 Variable dependiente:

Puntajes de la prueba Wisconsin

Registro electroencefalográfico

5.3 Instrumentos

Equipo de registro de Electroencefalograma Nicolet Biomedical Inc., con montaje 10-20, 19 canales (Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, O2).

WisconPC (Guevara, 2012) 47 estímulos proyectado en computadora 16 pulgadas, con sonido e imagen al indicar el tipo de la ejecución de las respuestas seleccionada, es decir, se les decía y les aparecía la palabra correctas e incorrectas.

5.4 Procedimiento:

Se eligieron a los participantes de grupo experimental diagnosticados por psiquiatra, posteriormente, se correlacionarán los signos con los comentarios familiares y escolares.

Para el grupo control se extendió una invitación a los estudiantes de educación primaria, regulares con promedio mayor que 8 y que además cumplan con los criterios de inclusión.

A todos los participantes y sus padres, se les explicó los métodos de registro, se llegó a un acuerdo con la obtención de los resultados y se invitó a participar de acuerdo a la declaración de Helsinki establecida por la Asociación Médica Mundial en 1964, con una carta de consentimiento informado (anexo) y bajo la aprobación de un comité ética local.

El estudio se realizó, en un cuarto confortable, fresco y libre de ruidos ambientales. Una vez verificado que el cuarto se encontrará bajo estas condiciones se procedió al montaje de electrodos, se colocaron 19 electrodos siguiendo el sistema internacional de referencia 10-20. Se realizaron maniobras clínicas para determinar que es un candidato sano y puede participar en el estudio, como hiperventilación y estado de reposo con ojos abiertos y cerrados.

Posteriormente se le colocó al participante frente a una computadora en donde se corrió el programa Wiscon PC, recalando al participante que solo podía mover la mano con la que se selecciona la respuesta y evitar cualquier otro movimiento del cuerpo o expresión además de mantenerse en silencio.

5.5 Condiciones experimentales

Durante la sesión experimental, el sujeto se sentó en un cuarto eléctricamente sellado con luz atenuada. Antes del experimento se registró el EEG en reposo por 5 minutos. La tarea del sujeto de experimentación consistía en sentarse frente a un monitor de computadora y resolver la tarea de clasificación de cartas de Wisconsin, parpadeando lo menos posible y evitando movimientos del cuerpo a excepción de la mano con la que seleccionará su respuesta. Las dos condiciones experimentales consistían en:

- Reposo con ojos abiertos y cerrados, antes de la tarea (3 minutos por cada condición)
- Durante la clasificación de cartas de Wisconsin

5.6 Registro electroencefalográfico:

El EEG se registró por medio del Sistema NicVue (Nicolet Biomedical Inc.) a partir de 19 posiciones en el cuero cabelludo (FP1, FP2 F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1 y O2) usando un montaje mono-polar, de acuerdo con el sistema internacional 10/20. El paso de banda de los amplificadores se fijó en 0,05-50 Hz con una frecuencia de muestreo de 250 Hz. El filtro Notch se fijó en 60 Hz. Las impedancias de electrodos se mantendrán en 5 k Ω . El electro oculograma (EOG, mismo ancho de banda y frecuencia de muestreo que para el EEG) se registrará para excluir segmentos de EEG contaminados con movimientos oculares para su posterior análisis. Los datos serán almacenados y analizados fuera de línea.

5.7 Diseño de investigación

Estudio cuasiexperimental o (expo-facto) transversal con grupo control, factorial (múltiples variables sobre la observación generada). Influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente, donde:

Se realizarán una única observación por grupo comparando los efectos en presencia de la variable.

GE= X O1

GC= -- O2

5.8 Análisis Estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó la prueba estadística U de Mann-Whitney, tanto para los resultados obtenidos en el electroencefalograma como en la solución de la clasificación de cartas de Wisconsin

CAPÍTULO 6 RESULTADOS

Los resultados obtenidos se agrupan por demográficos, electroencefalográficos y de desempeño en la clasificación de cartas de Wisconsin para posteriormente discutir los resultados en conjunto.

6.1 Resultados demográficos

La muestra fue compuesta por 8 niños de grupo control y 8 de grupo experimental, la descripción de los datos se explica en la siguiente tabla:

Grupo	Participantes	Edad promedio	SD	Sexo	Grado escolar promedio
Experimental	8 niños	8.7	2.15	2: femenino 10: masculino	5to primaria
Control	7 niños	7.6	1.45	5: femenino 3: masculino	3o primaria

Tabla 1. Descripción de datos demográficos

El grupo experimental estuvo conformado por niños que obtuvieron como edad promedio 8.7 años de edad, con una desviación estándar de 2.15, y en promedio los niños cursaban el 5to año de primaria, la muestra se conformó por 2 niñas y 10 niños.

El grupo control se conformó por 5 niñas y 3 niños, se excluyó a un sujeto por no cumplir los criterios de control al analizar las bandas. En este grupo se tuvo una escolaridad promedio de 3ro de primaria y una media de 7.6 años debido a que era la población que cumplía con la escolaridad regular. Aunque la edad cronológica fue menor que la experimental, se cumplen los criterios de madurez cognitiva requerida para realizar la tarea (Roselli, 2003, 2008).

6.2 Análisis electroencefalográfico

El análisis estadístico de los datos arrojados por el electroencefalograma se llevó a cabo a través de la obtención de los de espectros de potencia absoluta y relativa. En todos los casos analizados no se encontraron diferencias significativas en las bandas alfa, beta y gamma. Sin embargo en las bandas delta y theta sí encontraron diferencias significativas, las cuales son señaladas a continuación.

6.2.1 Análisis espectral del EEG en la banda Delta

Para las áreas bajo del espectro de potencia, es decir, la cantidad de voltaje obtenido a través de las conexiones interneurales calculadas matemáticamente.

La potencia absoluta (el área entre la curva de la potencia y el eje de las X, delimitada a ambos lados por las frecuencias que limitan la banda, Fernandez & Garrido, 2001) del electrodo FP1, se encontró un valor significativamente más grande en el grupo control (Md=146108.6) que en el experimental (Md=24300.0), $z=-1.96$, $p<0.05$.

Este mismo comportamiento se encontró en los siguientes electrodos: FP2, F3, F4, C4, P3, Fz, Cz y Pz. El resumen de los resultados estadísticos se muestra en la Tabla 2.

Electrodo	Mediana del Grupo Control	Mediana del Grupo Experimental	Valor de Z	Probabilidad p
FP1	125688.74	22400	-1.967	.054 ^b
FP2	219124.15	22800	-2.083	.040 ^b
F3	22769.47	13900	-2.430	.014 ^b
F4	27792.46	14000	-2.199	.029 ^b
C4	16033.55	10450	-1.967	.054 ^b

P3	13064.38	10550	-2.083	.040 ^b
Fz	39383.2	13600	-2.430	.014 ^b
Cz	25571.28	13550	-2.315	.021 ^b
Pz	25997.09	13150	-1.967	.054 ^b

En esta tabla se pueden observar detalladamente los valores que fueron significativos de banda Delta para cada electrodo. Se señala el electrodo, las medianas tanto de grupo control como grupo experimenta, el estadístico U, el valor de z y la probabilidad p.

6.2.2 Análisis espectral del EEG en la banda Theta

Para las áreas bajo del espectro de potencia del electrodo FP1, se encontró un valor significativamente más grande en el grupo control (Md=40804.85) que en el experimental (Md=6790), $z = -2.662$, $p < 0.006$.

Este mismo comportamiento se encontró en los siguientes electrodos: FP1, FP2, F4, C4, P3, Fz, Cz y Pz. El resumen de los resultados estadísticos se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Resumen de la Prueba estadística de U de Mann-Whitney para la banda Theta.				
Electrodo	Mediana del Grupo Control	Mediana del Grupo Experimental	Valor de Z	Probabilidad p
FP1	40804.85	6790	-2.662	.006 ^b
FP2	30846.86	7025	-2.664	.006 ^b
F4	12485.15	6705	-2.083	.040 ^b
C4	9937.45	5750	-1.736	.094 ^b
P3	10751.09	6685	-1.736	.094 ^b
Fz	15324.24	8640	-2.083	.040 ^b
Cz	18383.61	7660	-1.852	.072 ^b
Pz	12987.34	6530	-2.085	.040 ^b

En esta tabla se pueden observar detalladamente los valores que fueron significativos de banda Theta para cada electrodo. Se señala el electrodo, las medianas tanto de grupo control como grupo experimenta, el estadístico U, el valor de z y la probabilidad p.

6.2.3 Análisis espectral del EEG para la potencia absoluta (0 – 50 Hz)

Para las áreas bajo del espectro de potencia del electrodo FP1, se encontró un valor significativamente más grande en el grupo control (Md=1826806) que en el experimental (Md=444000), $z = -1.73$, $p < 0.09$.

Este mismo comportamiento se encontró en los siguientes electrodos: FP1, FP2, F3, F4, P3, Fz y Cz. El resumen de los resultados estadísticos se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Resumen de la Prueba estadística de U de Mann-Whitney para la Potencia Absoluta.				
Electrodo	Mediana del Grupo Control	Mediana del Grupo Experimental	Valor de Z	Probabilidad p
FP1	1826806	444000	-1.736	.094 ^b
FP2	2016060	408000	-1.967	.054 ^b
F3	351815	272500	-1.736	.094 ^b
F4	491681.3	266000	-1.736	.094 ^b
P3	236583.5	208000	-1.852	.072 ^b
Fz	575146.8	264000	-2.199	.029 ^b
CZ	447393.6	246500	-1.967	.054 ^b

En esta tabla se pueden observar detalladamente los valores que fueron significativos de todas las bandas, valor absoluto. Se señala el electrodo donde se encontraron las diferencias significativas, las medianas tanto de grupo control como grupo experimental, el estadístico U, el valor de z y la probabilidad p.

6.2.4 Mapas topográficos

A continuación se muestra un mapa topográfico espectral por promedios obtenidos en los grupos control y experimental como resultado de la actividad eléctrica presentada durante la solución de la Clasificación de Cartas de Wisconsin.

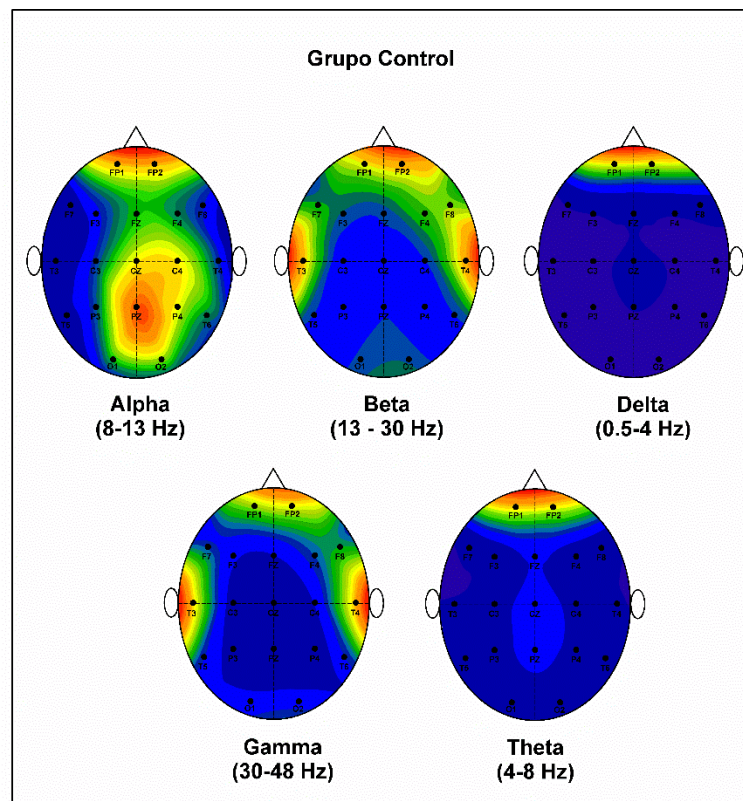


Figura 1. Mapa espectral del gran promedio del grupo control. La escala de colores es relativa a los máximos y mínimos de cada banda.

Con los datos del gran promedio de todos los electrodos se construyó un mapa topográfico de todas las bandas. Aunque se presentaron diferencias en todas las bandas, es evidente el cambio en las bandas Delta y Theta, incluso, es estadísticamente significativo. En la figura 2 se puede observar una participación de ambos hemisferios frontales en la banda delta y una polarización frontal de theta en el grupo control.

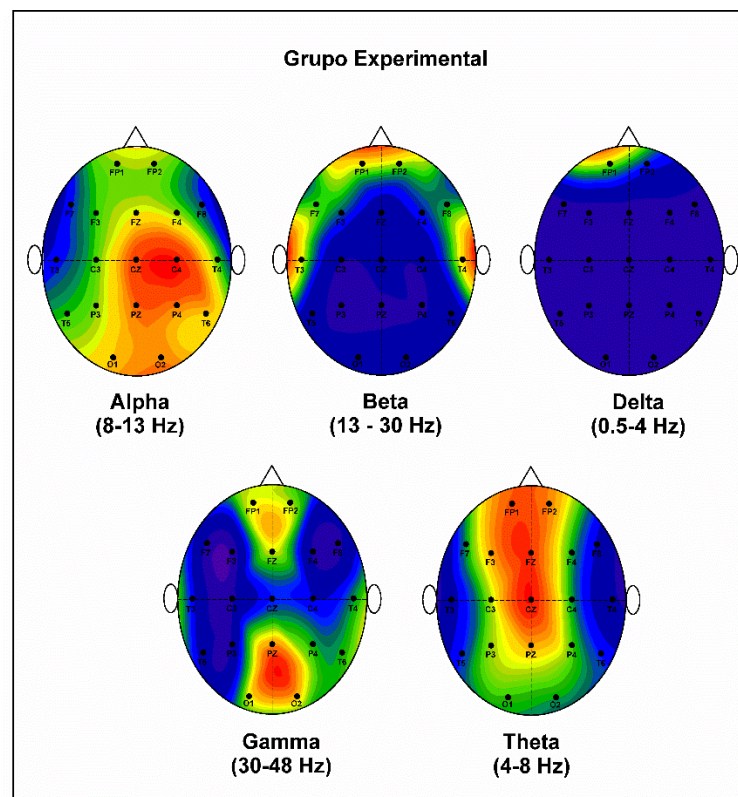


Figura 2. Mapa espectral del gran promedio de bandas de grupo experimental. La escala de colores es relativa a los máximos y mínimos de cada banda.

Con los datos del gran promedio de todos los electrodos se construyó un mapa topográfico de todas las bandas. En la figura 3 al compararla con la figura

anterior se puede apreciar que en la banda Delta existe mayor polarización hacia zonas prefrontales izquierdas y en el caso de la banda Theta, se aprecia mayor participación de áreas centrales, parietales y también frontales.

6.2.7 Potencia relativa

Se calculó la frecuencia relativa únicamente para los electrodos y bandas que mostraron una diferencia estadísticamente significativa. En la siguiente tabla se señalan las diferencias encontradas en la banda Delta.

Tabla 5. Frecuencia relativa Delta por electrodos en porcentajes.		
Electrodo	Mediana de Frecuencia relativa del GC (%)	Mediana de Frecuencia relativa del GE (%)
FP1	6.8	5
FP2	10	5.5
F3	6.4	5.1
F4	5.6	5.2
P3	5.5	5
Fz	6.8	5.1
CZ	5.7	5.4

En la banda Delta se encontró que la potencia relativa más grande se observa en el electrodo FP2 y la potencia relativa más baja pero que sigue siendo significativa se observa en el electrodo P3.

A continuación se muestra la tabla de resumen de la potencia relativa presentada en la banda Theta, se señala únicamente los electrodos que fueron estadísticamente significativos.

Tabla 6. Frecuencia relativa Theta por electrodos en porcentajes.		
Electrodo	Mediana de Frecuencia relativa del GC (%)	Mediana de Frecuencia relativa del GE (%)
FP1	2.04	1.5
FP2	1.5	1.7
F4	2.5	2.5
P3	4.5	3.2
Fz	2.6	3.2
CZ	4.1	3.1

En la banda Theta se encontró que la potencia relativa más grande se observa en el electrodo P3 y la potencia relativa más baja pero que sigue siendo significativa se observa en el electrodo es en FP2.

6.3 Desempeño en la clasificación de cartas de Wisconsin

Para la evaluación de las funciones ejecutivas se utilizó como prueba la Clasificación de Cartas de Wisconsin en la versión computarizada WisconPC (Guevara, 2011). La cual muestra 47 estímulos y contabiliza el tiempo transcurrido entre selección de tarjetas, el número de tarjetas correctas e incorrectas, además de las Perseveraciones.

La descripción de los datos generales obtenidos en la ejecución de la prueba en el grupo experimental se agrupo en la tabla 6, se promediaron las ejecuciones de todos los participantes.

Total de estímulos presentados	Total correctos y porcentaje	Total incorrectos y porcentaje	Promedio de secuencias terminadas	Promedio de perseveraciones
47	29.63 (63.04%)	14.37 (30.57%)	1.5	8.88 (18.90 %)

Tabla 7. Descripción promedio del desempeño de la tarea del grupo experimental.

En la tabla 7 se puede observar el desempeño de los niños de grupo experimental durante la tarea, se puede apreciar el porcentaje de la tarea que fue desempeñado correctamente, de las 47 cartas que se presentaron en total, en promedio un poco más de la mitad (63.04%) fue respondido correctamente, se presentaron 30.57% incorrectos y con ello solo se logró terminar una secuencia y media de cuatro posibles. En este grupo las Perseveraciones representaron un 18.90%.

A continuación se presenta la ejecución del grupo control

Total de estímulos presentados	Promedio de correctos y porcentaje	Promedio de incorrectos y porcentaje	Promedio de secuencias terminadas	Promedio de Perseveraciones
47	30.62 (65.14%)	17.75 (37.76%)	1.87	10.63 (22.61%)

Tabla 8. Descripción promedio del desempeño en la tarea del grupo control.

En la tabla 8 se puede observar el desempeño de los niños de grupo control durante la tarea, se puede apreciar el porcentaje de la tarea que fue desempeñado correctamente, de las 47 cartas que se presentaron en total, en promedio un poco más de la mitad (65.14%) fue respondido correctamente, se presentaron 37.76% incorrectos y con ello solo se logró terminar en promedio 1.87 secuencias de cuatro posibles. En este grupo las Perseveraciones representaron un 22.61%.

Se realizó como análisis estadístico una U de Mann Whitney de dos colas con un nivel de significancia del 90% con el cual se arrojaron los siguientes resultados:

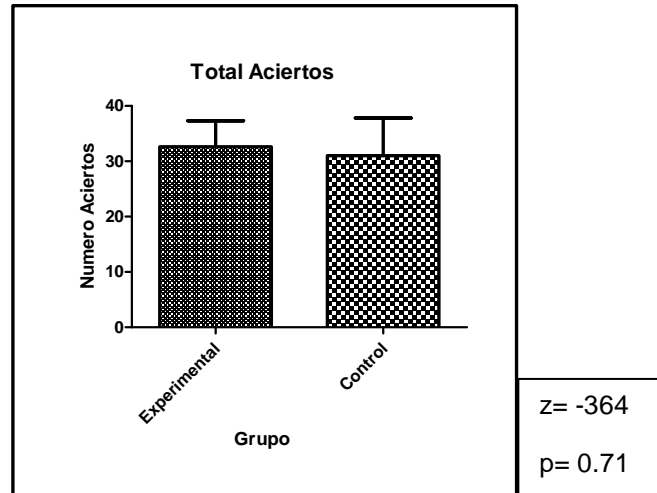


Figura 3. Comparación estadística de aciertos

En la figura 3 se puede apreciar que los resultados en el desempeño de la Clasificación de cartas de Wisconsin, no son estadísticamente significativos, ya que los resultados son muy similares, siendo mejor en el grupo experimental que en el control, se reporta (Md control= 30.5; Md exp = 32.5).

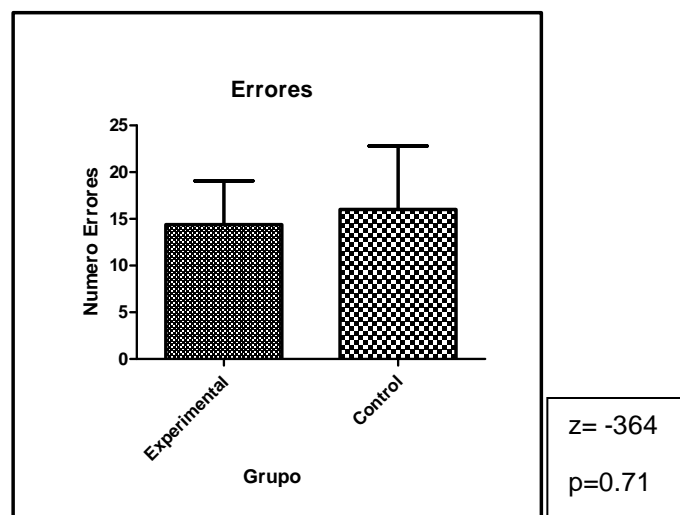


Figura 4. Comparación estadística de errores

En la figura 4 se aprecian las diferencias estadísticas en los errores presentados durante la realización de la tarea. Este criterio tampoco fue significativo, ya que las diferencias fueron pequeñas, siendo el grupo control quien obtuvo mayores errores. Se calculó $Md\ control = 14.5$ $Md\ exp = 16.5$

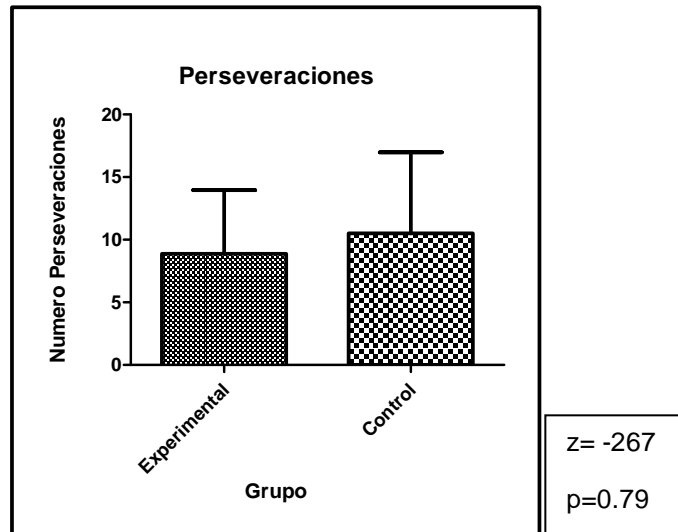


Figura 5. Comparación estadística de Perseveraciones

En la figura 5 se muestra la presencia de Perseveraciones durante la ejecución de la tarea, en este caso el grupo control presenta mayor número de Perseveraciones que se correlacionan con mayor presencia de errores. Se calculó Mediana control = 8; Mediana experimental = 7

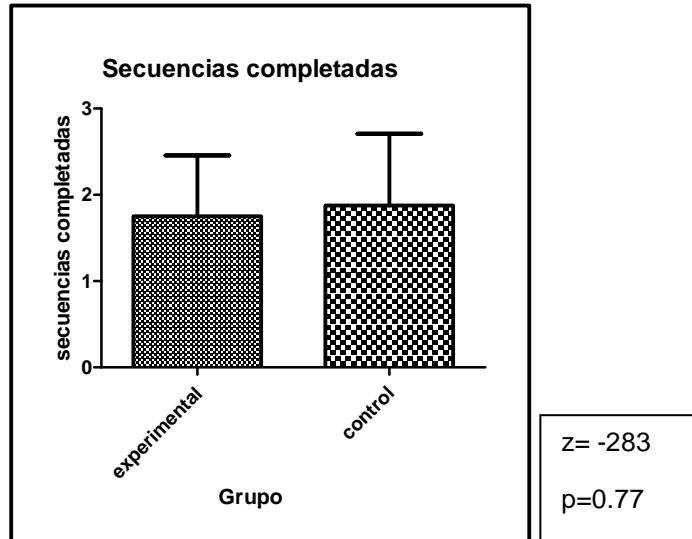


Figura 6. Gráfico comparativo de secuencias completadas

Independientemente de los resultados obtenidos por ejecuciones correctas o incorrectas, se realizó la comparación entre grupos en la formación de secuencias por categorías. El grupo control obtuvo un mayor desempeño aunque la diferencia no es significativa. Se calculó $Md_{control} = 2$; $Md_{exp} = 2$

Total de respuesta promedio (Segundos)	Tiempo de respuesta correctas (segundo)	Tiempo de respuesta incorrectas (segundos)
2.46	2.31	2.70

Tabla 9. Tiempo promedio en resolver cada estímulo en el grupo experimental.

En promedio se obtuvo un tiempo total de respuestas de 2.46 segundos por cada estímulo, sin embargo el tiempo variaba de respuestas correctas a incorrectas, por ejemplo en respuestas correctas se demoraron 2.31 segundos en promedio y en respuestas incorrectas 2.70 segundos, tardaron 39 segundos más.

Total de respuesta promedio (Segundos)	Tiempo de respuesta correctas (segundo)	Tiempo de respuesta incorrectas (segundos)
4	3.82	4.35

Tabla 10. Tiempo en resolver cada estímulo en el grupo control.

En promedio se obtuvo un tiempo total de respuestas de 4 segundos por cada estímulo, la variación entre segundos por respuestas correctas es mínima, en el grupo control el tiempo promedio es de 3.82 segundos y en respuestas incorrectas es de 4.35 segundos, demorándose más en las respuestas que resultaron incorrectas que en las correctas.

Al comparar los resultados entre grupos encontramos que el tiempo de respuesta por estímulo si es significativo. Se encontró un valor significativamente más pequeño en el grupo control (Md=3.46) que en el experimental (Md=2.20), $z = -1.788$, $p < 0.074$.

Sin embargo esta significancia solo se mantenía durante las respuestas incorrectas y ante las correctas no.

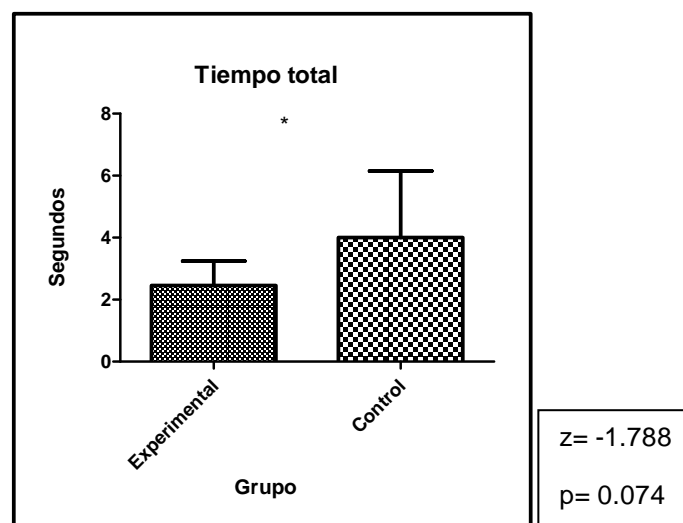


Figura 7. Gráfico comparativo de diferencias de tiempo en las respuestas.

En la figura 7 se muestra una diferencia significativa de tiempo entre los grupos, existe una diferencia de casi dos segundos, el grupo control demoró más en elegir su respuesta y ejecutarla. Se calculó Mediana control= 3.46 Mediana exp = 2.20.

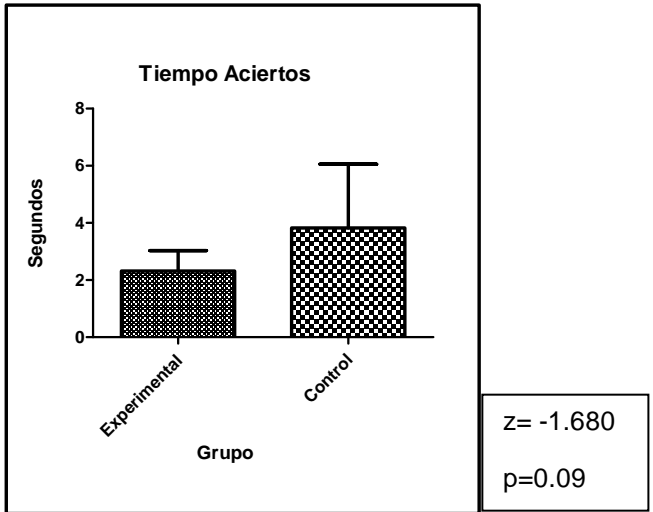


Figura 8 Gráfico comparativo de diferencia en el tiempo de las respuestas correctas.

En la figura 8, se muestran el tiempo de demora en la elección y ejecución de las respuestas que resultaron correctas, en este rubro, el grupo control también presento el mayor tiempo, sin embargo la diferencia en poca por lo que no es significativo. Se calculó Md control= 3.26; Md experimental = 2.17

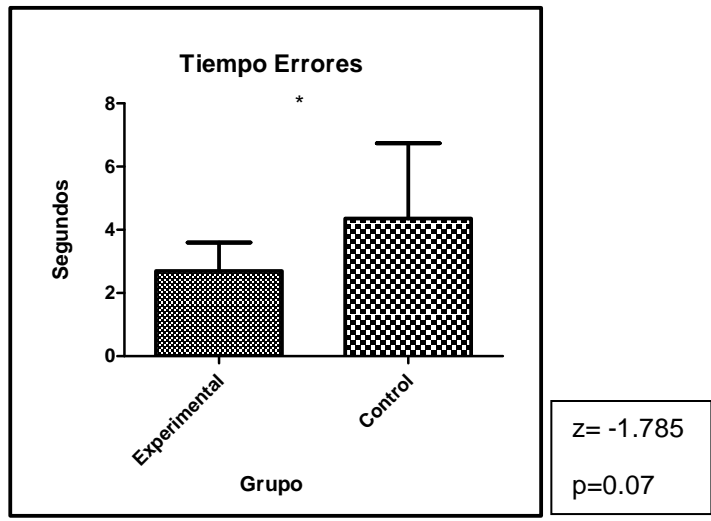


Figura 9 Gráfico comparativo de diferencia en el tiempo de las respuestas que resultaron incorrectas.

En la figura 9, se muestra la diferencia en el tiempo de respuestas que resultaron incorrectas, en este rubro la diferencia sí es significativa y muestran mayores latencias en el grupo control ($Md=3.85$) que en el experimental ($Md=2.34$), $z= -1.785$, $p<0.07$.

En conclusión, estos resultados indican que el grupo experimental tuvo mayor número de respuestas correctas y lo realizó en menor tiempo, y el grupo control aunque obtuvo menor número de respuestas correctas, presentó mayor número de secuencias completadas, el cual es el objetivo de la clasificación de cartas de Wisconsin.

CAPITULO 7

DISCUSIÓN

A través de los resultados obtenidos se pueden discutir diversos aspectos.

En primer lugar en relación a la conducta de los niños que presentan TDAH y los niños que no presentan el trastorno se observaron diferencias importantes en relación al comportamiento durante la tarea. El primer grupo (TDAH) se mostraba más ansioso, impaciente desde la condición basal, en empezar la tarea en un primer momento, posteriormente durante la tarea manifestaban dificultades para mantenerse inmóviles y sólo realizar la selección de las cartas. Los niños comenzaban a sudar, moverse, negarse a continuar con la tarea y/o hablar, este comportamiento se refleja en el mapa espectral realizado con el electroencefalograma, esto se relaciona con la activación de estructuras frontales en específico de la corteza orbito-frontal relacionadas con la regulación del comportamiento social adecuado, (Flores & Ostrosky, 2008) además la tarea se resolvió en menor tiempo y aunque tuvo mayor cantidad de aciertos que el grupo control, estos aciertos podrían deberse a la selección azarosa pues podría deberse a factores de impulsividad propios del trastorno más que el análisis de la tarea. A diferencia del grupo experimental, el grupo control logró mantenerse en reposo inmóvil durante la solución de la tarea, no manifestaron rasgos de ansiedad, dificultades para comportarse o gestos ni expresiones, realizaron la tarea en menor tiempo, lo que podría indicar que en este grupo, los niños intentaban analizar más la tarea para dar la respuesta exacta, por ello los tiempo de respuesta fueron mayores.

Otro punto que se observó es la débil actividad eléctrica en áreas prefrontales derechas que apareció en los niños de grupo experimental durante la tarea, en el grupo control se observa una actividad prefrontal derecha igual que en áreas frontales izquierdas, se hipotetiza que este hallazgo está relacionado con la empatía que manifestaban los niños del grupo control, sin embargo se debe seguir

investigando para determinar cuáles fueron las condiciones que detonaron el apareamiento de esta actividad cortical.

En el aspecto fisiológico se observan patrones específicos en el grupo experimental, la presencia de delta y theta en áreas frontales, centrales y parietales, estos hallazgos se asemejan a los encontrados por otros autores como Barry, et. Al (2003), Clarke, et. Al. (2007), Kurgasky, (2012). Con estos hallazgos se puede llegar a replantear el funcionamiento de la actividad eléctrica en los niños que presentan TDAH.

En primer lugar se puede discutir que la participación de áreas posteriores en actividad lenta theta, podrían ser indicadores de una falta de especialización de las zonas corticales para la solución de la respuesta, es decir, al no haber desarrollado óptimamente al áreas frontales con las tareas de funciones ejecutivas, entonces el cerebro se apoya de otras áreas, en este caso sensoriales para ayudarse resolver las tareas, de esta forma los niños con TDAH tienen que utilizar más estructuras cerebrales al momento de resolver tareas porque aún no poseen las herramientas cognitivas que le permitan hacerlo de manera más eficiente. Este comportamiento se relaciona con lo comentado por Luria, la corticalización, en la medida en que se presenten nuevos aprendizajes, las zonas corticales relacionadas a la solución del problema se especializan haciendo que se ocupen cada vez menos áreas. Este comportamiento se puede observar en otros estudios con población sana, incluso en tareas que no pertenezcan a funciones ejecutivas, áreas prefrontales, como el estudio realizado por Méndez, et al. (2012) donde al enseñarse una tarea de “eficiencia motora” se puede observar una diferencia importante en la activación de zonas corticales, se hizo un registro de la coordinación motora en personas sanas, y observaron que al aprender el movimiento que debían realizar según los estímulos, la activación cortical era menor para una eficiencia óptima después del aprendizaje y cuando la eficiencia motora no resultaba ser tan eficiente se presentaba mayor activación cortical. Este es un ejemplo de corticalización cerebral ante el aprendizaje.

También Méndez, et al. (2012) señala un resultado importante obtenido de su estudio, el cual es que cuanto mayor es el cambio encontrado en el funcionamiento cortical muscular, se manifiesta participación de otras áreas como un conjunto de integración no sólo áreas eferentes sino también aferentes. Esto nos indica que también ante ciertas tareas, en ese caso motora, la activación cortical actúa como lo menciona Luria, como un sistema funcional, donde diferentes áreas cerebrales se integran para realizar la tarea en conjunto, este patrón es más notable en áreas sensoriomotoras, sin embargo, esto no quiere decir que sea exclusivo de éstas, en nuestros resultados se observa que la actividad cortical de los niños con TDAH funciona como un sistema funcional en este momento, sin embargo posteriormente con el aprendizaje y la formación de áreas especializadas puede llegar a especializarse y utilizar menor actividad cortical para la solución efectiva de tareas. Incluso en su estudio Murias, et. Al. (2013) lo considero como: la posibilidad de que los síntomas de TDAH pueden estar relacionados con las interacciones con discapacidad dentro de las redes cerebrales, en lugar de alteración de la función de las regiones corticales especializadas.

Otra posible solución que menciona Kurskaya & Machisnkaya, (2012) sugiere que la presencia de actividad theta en áreas centrales, podrían indicar un funcionamiento inadecuado de áreas subcorticales, en específico del tálamo, en los niños con TDAH que lo presenta.

Otro punto a discutir serían los aspectos neuropsicológicos que influyen o que se pueden rescatar del presente estudio. Cuando realizamos solución de tareas que requieren de un funcionamiento ejecutivo, la habilidad que presente la persona que estamos estudiando, nos habla de la capacidad que tienen para solucionar problemas. Estos problemas pueden estar muy relacionados a la vida cotidiana, si son problemas concretos, pero también pueden manejarse en niveles muy abstractos, lo cual es una tarea compleja como las matemáticas y lógica. El adecuado funcionamiento de áreas corticales frontales es la base para poder desarrollar las funciones ejecutivas. Si se presenta algún daño de estas áreas, en

alguna persona que haya sufrido un traumatismo o padezca un trastorno que no le ayuden a desarrollarlo, como se puede ver en el experimento, la persona no pierde la capacidad de resolver los problemas sino que utiliza más estructuras corticales para compensar el trabajo ineficiente de las áreas que deberían estar especializadas.

Los resultados obtenidos en el desempeño en la tarea de clasificación de cartas de Wisconsin no es diferente entre los niños que poseen TDAH de los niños controles que poseen un promedio acorde a su edad, estos resultados se pueden relacionar a diferentes hipótesis y observaciones generales, en primer lugar durante el registro de EEG se observó que los niños control presentaban niveles de ansiedad muy altos, lo cual en ocasiones presenta síntomas que se relacionan a los presentados en el TDAH (López, Serrano y Delgado, 2004).

La principal diferencia que existe entre grupos que resulta relevante es en el mantenimiento de la consigna, cuando en la clasificación de cartas se les piden respuestas de una consigna en general se puede identificar que el grupo control, presenta mayor capacidad para mantener la consigna, pues en promedio mostraron mayor número de secuencias completadas, este resultado no se relaciona con el grupo experimental, pues aunque presentaron mayor número de aciertos, las secuencias completadas fueron menores. El trabajo de los lóbulos frontales es el mantenimiento de la consigna, el análisis de las respuestas que se obtienen y la flexibilidad de pensamiento (Guevara, Hernández, Saenz y Amezcua, 2011). Aunque el grupo control tuvo menos aciertos las secuencias completadas fueron mayores que el grupo experimental, lo cual podría indicar que el grupo experimental realizó algunas respuestas al azar que resultaron correctas y con las cuales no se hizo el análisis de los estímulos y no se completa la consigna como efecto de impulsividad del TDAH (Benito, 2008).

Al analizar el tiempo de respuestas, se encontró que el grupo control muestra mayores latencias que el grupo experimental, que podrían indicar que el primer grupo pretende hacer un análisis de la tarea, esto se infiere por la centralización de la actividad que se observa en los resultados del electroencefalograma,

además se infiere que existe tratan de buscar una explicación en la solución de la tarea aunque esto no resulte correcto.

Otro aspecto a considerar en los resultados es que aunque se consideraron para el grupo control niños con un promedio adecuado, 8, no obstante, sería adecuada para las próximas investigaciones incluir pruebas de inteligencia o de aptitudes mentales, puesto que aunque el rendimiento escolar era adecuado para los profesores parecía que existían dificultades para resolver la tarea, incluso no manejaban conceptos básicos como la lateralidad. En Munguía (2014) se hace referencia a un mejoramiento escolar de rendimiento más bajo a los esperados. Aunque los estándares escolares sean los esperados y se estén cumpliendo, se deben realizar actividades que desafíen las mentes y el desarrollo de los niños, al encontrarse en desarrollo se deben realizar las actividades necesarias acordes a la edad, para que todos los estándares, educativos, de salud, sociales y personales, se cumplan.

Según los estudios de funciones ejecutivas realizados anteriormente Roselli (2008) comentan que a los 8 años, los niños son capaces de realizar tareas ejecutivas de la misma forma que un adulto, y los resultados del presente trabajo se obtuvo que incluso los niños con mejor desempeño no alcanzaron un desempeño óptimo, de cuatro series posibles, poco menos de la mitad alcanzaron a realizar 2 series y solo unos cuantos pudieron realizar 3 series, pero nadie alcanzó las 4.

No existieron diferencias importantes entre aciertos y errores, en ambos grupos, sin embargo fueron mejores las ejecuciones del grupo experimental que del grupo control. Esto indica que algunos niños que presentan TDAH pueden mostrar un desempeño adecuado para su edad, pues buscan constantemente alternativas para realizar una respuesta correcta, esto se relaciona con la actividad cortical que presentaron, la participación de áreas posteriores nos hablan de la búsqueda mental de estrategias para resolver la tarea aunque no sea correcto. Además, el hecho de que las respuestas sea correctas no significa que el desempeño o el trabajo de las funciones ejecutivas sea el adecuado, debido a que

debían realizar todo el proceso de planeación y no sólo la respuesta, se puede notar ausencia del trabajo de lóbulos frontales en la ejecución a través del mantenimiento de la consigna (Akhutina, 1997), con los resultados de las secuencias terminadas, que presentan que el desempeño fue mejor en el grupo control que en el grupo experimental.

En los resultados se presentan datos significativos de en el tiempo de resolución de la tarea, en el grupo experimental se tuvo un tiempo de respuesta menor que el grupo control, al compararlo estadísticamente se encuentra una diferencia de casi 2 segundos. Sin embargo, aunque el tiempo es significativo, no se relaciona con el desempeño, los niños del grupo experimental presentan características de impulsividad y perseveraciones que ocasionan que sus tiempos de respuesta sean más cortos, en el grupo control se presenta que se hace un intento por racionalizar la respuesta pero no es suficiente puesto que llegan a presentarse más errores, en este grupo también pudieron afectar los niveles de ansiedad que presentaban los participantes, las respuestas demoradas nos indican que existe un proceso de memoria de trabajo y atención activa que se está presentando en el participante (Roselli, Jurado y Matute, 2008).

Con estos resultados también se puede considerar que existen algunos niños del grupo control que no han sido diagnosticados pero sus registros de EEG indican que su desarrollo no es el adecuado para su edad pues presentan débiles funcionamientos en algunas áreas según el caso, estos niños no fueron excluidos al realizar el estudio porque contaban con el desempeño escolar adecuado según las calificaciones de los maestros. A través de un análisis neuropsicológico cualitativo se podrían descartar estas variables. Es difícil separar los trastornos de ansiedad de los trastornos de TDAH ya que comparten la misma área cerebral, zonas prefrontales (Martínez y Piqueras, 2010), por lo que es necesario correlacionar los datos con otros pacientes para descartar estas variables que inciden en estudio presente.

Los datos del análisis espectral presentado en este trabajo, indican que existen cambios significativos de la actividad cerebral durante el trabajo ejecutivo

en niños control y niños con TDAH. El encontrarse condensada la actividad eléctrica en los niños con durante una tarea sensible a medir la flexibilidad mental, nos indica un trabajo especializado del cerebro, producto del aprendizaje. nor flexibilidad mental, pues estos niños presentaron mayores dificultades al resolver la prueba y en términos generales también se presentará en aspectos de la vida cotidiana Faraone, & Biederman, 2002).

A través de este estudio se obtuvieron datos que corroboran que los niños poseen mayores dificultades para el desarrollo de áreas frontales, en este caso se observó la flexibilidad mental la cual es necesaria para la solución de problemas tanto intelectuales como de la vida cotidiana (Abad, et al, 2011). Aunque la tarea se relacione más con funcionamiento de memoria de trabajo según otros autores como Missionera (2013)

Al comparar la actividad eléctrica cerebral y con las ejecuciones ejecutivas de los niños, se pudo observar que en algunos participantes con TDAH que se encontraban medicados, tuvieron mejor flexibilidad que otros en la misma situación, entonces en estos niños se podría hacer una análisis más profundo tratando de encontrar las cualidades específicas de este grupo y así encontrar un parámetro en los cuales el medicamento es eficiente.

Otro aspecto que es importante de mencionar es que aunque no se cuantificó la flexibilidad emocional también se pudo observar, algunos niños del grupo experimental mostraron la incapacidad de controlar sus emociones ante la solución de la tarea, aunque se concentraban en cumplir las consigna la incomodidad se notaba a través de gritos repentinos, excesiva sudoración, lentificaciones con movimientos oculares rápidos y menos frecuente el abandono de la tarea, todos estos aspectos nos muestran la dificultad que tienen los niños con TDAH para dejar a un lado sus emociones y concentrarse en la tarea (Mulas, 2012).

Aunque se obtuvieron varios datos, en general se consideró que se deben correlacionar estos datos con otras investigaciones parecidas, debido a que en

este estudio solo se estudió la flexibilidad mental como función ejecutiva y aún hacen falta las restantes para tener un estudio completo.

Otro punto a señalar es el hecho de que las críticas que se le han realizado a la clasificación de cartas gira en torno a la medición de funcionamiento ejecutivo más relacionado a la memoria de trabajo, al respecto, los resultados son consistentes con la revisión de Kasper, et al (2012). Los niños del grupo con TDAH presentan mejor desempeño aunque el de los niños del grupo control, sin embargo este desempeño no es del todo óptimo. Keage (2006) reporta en su estudio que los niños con TDAH pueden mostrar mejor desempeño de áreas frontotemporales, como posible respuesta, menciona que en este grupo, los niños son conscientes de sus dificultades ante tareas de funciones ejecutivas y ante esto existe un esfuerzo mayor y por lo tanto esto se refleja en una mayor activación frontotemporal

En conclusión el rendimiento de los niños con TDAH puede ser bueno en cuanto a metas a corto plazo, cuando se les involucra en tareas que requieren concentración existe saturación de la información y su rendimiento disminuye. El adecuado análisis neurológico proporciona herramientas terapéuticas a desarrollar y el uso del EEG, ayuda a evidenciar el funcionamiento de áreas cerebrales, a través de este estudio se puede identificar que los TDAH posee adaptaciones a sus características cerebrales funcionales, entonces, con base en esto es trabajo del neuropsicología desarrollar lo afectado para que los pacientes no compensen si no que desarrollen, todos los niños con TDAH deberían recibir atención neuropsicológica terapéutica para contrarrestar los efectos de desarrollo inadecuado y facilitar los aprendizajes en los niños.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES

Los niños que presentan el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad sí poseen un patrón de actividad eléctrica cerebral diferente a los niños sano (grupo control). El patrón se caracteriza por actividad eléctrica Delta en zonas corticales frontales y actividad Theta en zonas anteriores y posteriores, zonas frontal, central y parietal.

Además de la diferencia en la actividad cortical se observaron diferencias conductuales, los rasgos que manifestaban eran relacionados al trastorno que padecían, es decir, manifestaban rasgos de hiperactividad, ansiedad, dificultades para mantenerse en la tarea por un periodo largo de tiempo.

En conjunto, los rasgos conductuales y fisiológicos hablan del funcionamiento neuropsicológico, es decir, que este patrón de actividad eléctrica de alguna forma producen todas las características conductuales, sin embargo estos patrones no son determinantes para toda la vida del niño con TDAH, sino que también con la actividad social que realice el niño el patrón se puede modificar. Los nuevos aprendizajes que los niños adquieran pueden modificar la conducta y manifestar otros rasgos fisiológicos diferentes, esto es muy importante porque siempre se debe hacer todo lo posible para mejorar el desarrollo de los niños, y a través del electro se ha encontrado que al igual que decía Vigotsky (1918) el aprendizaje impulsa al desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abad, L.; Ruiz, R.; Moreno, F.; Sirera, A.; Cornesse, M.; Delgado, I. & Etcheparebord, M. (2011) *Entrenamiento de funciones ejecutivas en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad*. Rev Neurol 2011; 52 (Supl 1): S77-83.
2. Akhutina, T. (1997) *The remediation of executive functions in children with cognitive disorders: the Vygotsky-Luria neuropsychological approach*. Journal of Intellectual Disability Research. VOLUME 41 PART 2 pp 144-151 APRIL 1997 Department of Psychology, Moscow State University, Moscow, Russia
3. Akhutina, T. y Pilayeva, N. (2004) *Metódica para el desarrollo y la corrección de la atención en niños escolares*. Colección neuropsicología y Rehabilitación: México.
4. Anderson, C.V., Bigler, E.D., Blatter, D.D. (1995). *Frontal lobe lesions, diffuse damage, and neuropsychological functioning in traumatic brain-injured patients*. Journal of Clinic and Experimental Neuropsychology, 17, 900-908.
5. Anderson, CM.; Polcari, A.; Lowen, SB.; Renshaw, P. & Teicher, MH. *Effects of metilphenildate on funcional magnetic resonance relaxmetry of de cerebellar vermis in boys with ADHD*. Am. J. Psychiatry 2002 159 (8) 1322-1328.
6. Anderson, V., Levin, H., & Jacobs, R. (2002). *Executive functions after frontal lobe injury: A developmental perspective*. En D. T. Stuss, & R.T. Knight (Eds.), Principles of frontal lobe function (pp. 504-527). New York: Oxford University Press.
7. Artiles, C & Jimenez, J. (2006) *Programa para la atención educativa del alumnado con TDAH. Escolares con trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad (TDAH). orientaciones para el profesorado*. Consejería de educación, cultura y deporte: Canarias.

8. Barry, R.; Clarke, A. & Johnstone, S. (2003) *A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder. I. Qualitative and quantitative electroencephalographic.* *Clin Neurophysiol.* 2003, 114:1 71-83.
9. Barry, R.J.; Clarke, A.R.; McCarthy, R.; Selikowitz, M.; Johnstone, S.J.; Hsu, C.-I.; Bond, D.; Wallace, M.J. & Magee, C.A. (2005). *Age and gender effects in EEG coherence: II. Boys with attention deficit/hyperactivity disorder.* *Clin Neurophysiol.* 116:977
10. Baumgardner, T.L.; Singer, H.S. & Denckla, M.B.; (1996) *Corpus callosum morphology in children with Tourette syndrome and attention deficit hyperactivity disorder.* *Neurology* 1996;47:1-6
11. Benito, R. (2008) *Evolución en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) a lo largo de la vida.* DRAFT editores: Madrid.
12. Bresnahan, S.M.; Anderson, J.W. & Barry, R.J. (1999). *Age-related changes in quantitative EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder.* *Biol Psychiatry.* 46(12):1690.
13. Castellanos, F.X. *Neuroimaging Studies of ADHD.* In Solanto MV, Arnsten AFT, Castellanos, F.X, eds. *Stimulant drugs and ADHD basic and clinical neuroscience.* New York: Oxford University Press; 2001. p. 243-58.
14. Castellanos, F.X. (1997) *Toward a pathophysiology of attention-deficit/hyperactivity disorder.* *Clin Pediatr* 1997; 36: 381-93.
15. Castellanos, F.; Giedd, J. & Marsh, W.; (1996) *Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention deficit hyperactivity disorder.* *Arch Gen Psychiatry* 1996; 53 (July): 607-616.
16. Cepeda, N.J.; Cepeda, M. & Kramer, A.F. (2000). *Task Switching and Attention Deficit Hyperactivity Disorder.* *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28, 395-403
17. Chabot, R. & Serfontein, G. *Quantitative electroencephalographic profiles of children with attention deficit disorder.* *Biol Psychiatry* 1996; 40:951-963.
18. Clarke, A.; Barry, R.; Mc Carthy, R.; Selikowitz, M.; Johnstone, S.; Hsu, C.; Magee, C.; Lawrence, C. y Croft, R. (2007) *Coherence in children with Attention-deficit/hyperactivity disorder and excess beta activity in EEG.*

19. Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van Der Linden, M. (2006). *Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging*. *Neuroscience*, 139, 209-221
20. Corcoran, R. y Upton, D. (1983). *A role for the hippocampus in card sorting?* *Cortex*, 29, 293-304
21. Dockstader, C.; Gaetz, W.; Cheyne, D.; Wang, F.; Castellanos, F. & Tannock, R. (2008) *MEG event-related desynchronization and synchronization deficits during basic somatosensory processing in individuals with ADHD*. *Behavioral and Brain Functions* 2008, 4:8 doi:10.1186/1744-9081-4-8
22. El-Sayed, E.; Larsson, J-O.; Persson, H.; Santosh, P. & Rydelius, P-A. (2003). *“Maturation lag” hypothesis of attention deficit hyperactivity disorder. an update*. *Acta Paediatr.* 92:776--78
23. Faraone, S. y Biederman, J. (2002) *Pathophysiology of attention-deficit/hyperactivity disorder* *Neuropsychopharmacology: The Fifth Generation of Progress*
24. Farber, D.A. and Alferova, V.V., *Elektroentsefalogramma detei i podrostkov (Electroencephalogram of Children and Juveniles)*, Moscow, 1972.
25. Farber, D.A. and Machinskaia, R.I., *Funktsional’naia organizatsiia mozga v ontogeneze i ee otrazhenie v elek troentsefalogramme pokoia (Functional Brain Organi zation during the Developmental Course and Its Reflection in Resting State Electroencephalogram)*, in *Razvitie mozga i formirovanie kognitivnoi deyatel’nosti rebenka (Brain Development and Formation of Child’s Cogni tive Activity)*, Farber, D.A. and Bezrukikh, M.M., Eds., Moscow, Voronezh: MPO “Modek”, 2009, p. 76. 3.
26. Fernandez H y Gonzalez G. (2001) *EEG y Cognición*. En: *Texto de neurociencias cognitivas*. Compiladores: Alcaraz VM, Guma E. Editorial El Manual Moderno: 351-370
27. Filipek, PA.; Semrud-Clikeman, M. & Steingrad, R. (1997). *Volumetric MRI analysis: comparing subjects having attention-deficit hyperactivity disorder with normal controls*. *Neurology* 1997; 48: 589–601.

28. Fisk, J. E., & Sharp, C. A. (2004) *Age- related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting and access*. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 26, 874-890
29. Flores, J. y Ostrosky-Solís, F. (2008) *Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana*. Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, 8 (2008) 47-58.
30. Flores, J., Ostrosky-Solís, F y Lozano (2012) *Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales*. México: Manual Moderno.
31. Fornara, C.; Medaglini, S.; Cursi, M.; Locatelli, T.; Minicucci, F.; Leocani, L.; Weber, G.; Cerai, LP.; Chiumello, G. & Comi, G. (1997). *Coherence EEG modifications in children with congenital hypothyroidism*. Electroencephalography Clin Neurophysiol. 103:118.
32. Friston, KJ. (1994). *Functional and effective connectivity in neuroimaging: a synthesis*. Hum Brain Mapp. 2:56--78.
33. Fuster, J. (2002) *Frontal lobe and cognitive development*. Journal of Neurocytology, 31, 373- 285.
34. Galperin P.Ya. y Kabilnitskaya S.L. (1974) *La formación experimental de la atención*. Moscú, Universidad Estatal de Moscú.
35. Gazzaniga, M; Ivry, R. & Mangun, G. (2009). *Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. Norton, 3rd edition.
36. Giedd, JN.; Lenroot, RK.; Shaw, P.; Lalonde, F.; Celano, M.; White, S.; Tossell, J.; Addington, A. & Gogtay, N. (2008) *Trajectories of anatomic brain development as a phenotype*. Novartis Foundation Symposium 2008;289:101-112; discussion 112- 108,193-105.
37. Goldberg, E. (2001). *The executive Brain, frontal lobes and the civilized mind*. New York: Oxford University Press.
38. Goldstein, A.; Spencer, KM. & Donchin, E. (2002) *The influence of stimulus deviance and novelty on the P300 and novelty P3*. Psychophysiology 2002, 39:781-790.

39. Grant, D.A. y Berg, E.A.A. (1948). *A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigel-type card-sorting problem*. Journal of Experimental Psychology, 38, 404-411
40. Guevara, M.; Hernández M.; Sanz, A. y Amezcua, C. (2011) *Programas computacionales para evaluar funcionalidad cognoscitiva*. Revista Cómo tomamos decisiones: cuerpo, mente y estilos de vida. Universidad de Guanajuato (2011) 129-170.
41. Guevara, M.; Hernández, M.; Saenz, A. y Amezcua, C. (2011) *Programas computacionales para evaluar funcionalidad cognoscitiva*. En: Chacón-Gutiérrez, L., Roca-Chiapas, J.M., Barradas-Bribiesca, J.A., & Rivera-Cisneros, A.E. (2011). *Cómo tomamos decisiones: cuerpo, mente y estilos de vida*. Gto. Méx. Universidad de Guanajuato.
42. Gudjonsson, G.; Wells, J. y Young, S. (2010) *Personality Disorders and Clinical Syndromes in ADHD Prisoners*. Journal of Attention Disorders PubMed
43. Hynd, G., Morgan, A. E. & Vaughn, M. (1997). *Neurodevelopmental Abnormalities and Malformations*. En: Reynolds, C. R. & Fletcher-Janzen, E. (Eds.), *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum
44. INEGI (2013) www.inegi.org.mx
45. Jordar, M. Funciones cognitivas del lóbulo frontal. XXX reunión anual de la sociedad española de neurología pediátrica. Sabadell (Barcelona), (2004) 3-5.
46. Kasper, L.; Anderson, R. & Huder, K. (2012) *Moderators of working memory deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): A meta-analytic review*. Elsevier: Oklahoma, USA.
47. Keage, HA.; Clark, CR.; Hermens, DF.; Kohn, MR.; Clarke, S.; Williams, LM.; Crewther, D.; Lamb, C. & Gordon, E. (2006): *Distractibility in AD/HD predominantly inattentive and combined subtypes: the P3a ERP component, heart rate and performance*. J Integr Neurosci 2006, 5:139-158.
48. Kurgansky, A. V & Machinskaya, R. I. (2012) *Bilateral Frontal Bilateral Frontal pThetaWaves in EEG of 7–8 Year Old Children with Learning*

- Difficulties: Qualitative and Quantitative Analysis*1 Rev. Human psychology, vol. 38 num. 3 pag 255-263.
49. Lebedinsky V.V., Markovskaya I.F., Lebedinskaya K.S., Fishman M.N. y Trush V.D. (1982) *El análisis clínico neuropsicológico y neurofisiológico de las anomalías del desarrollo psicológico de niños con fenómenos de la disfunción cerebral mínima.*
50. Lehmann, D. & Skandries, W. (1980) *Reference-free identification of components of checkerboard-evoked multichannel potential fields.* Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol., 48: 609-621.
51. Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment* (4a. ed.). New York: Oxford University Press
52. Lopes da Silva, F & Pfurtscheller, G. (1999). *Basic concepts on EEG synchronization and desynchronization.* In: Pfurtscheller G, Lopes da Silva FH, editors. Event-related desynchronization. New York: Elsevier. p. 3--11.
53. Luria, A. (1977) *Las funciones corticales superiores del hombre.* La Habana, Orbe.
54. Luria, A. (1974) *Cerebro en acción.* Barcelona: Roca.
55. Lubar, J.F., *Discourse of the Development of EEG Diagnostics and Biofeedback for Attention Deficit, Biofeedback and Self-Regulation*, 1991, vol. 16, no. 3, p. 201
56. Martínez, A. & Piqueras, J. (2010) *Eficacia de la terapia cognitivo-conductual en trastornos afectivos y de ansiedad mediante neuroimagen funcional.* Rev Neurol 2010; 50: 167-78.
57. Maksimenko M.Yu. (1997) *Los niños de la edad preescolar con el funcionamiento insuficiente del hemisferio derecho.* Escuela de la Salud, 4: 23-26.
58. Mayorchik, V.E. (1973). *Izmeneniia EEG v zavisimosti ot lokalizatsii opuholi mozga (Changes in EEG Depending on the Localization of Brain Tumor), in Klinicheskaya elektroentsefalografiya (Clinical Electroencephalography),* Rusinov, V.S., Ed., Moscow: Meditsina, 1973, p. 106.

59. Marosi, E.; Harmony, T.; Reyes, A.; Bernal, J.; Fernández, T.; Guerrero, V.; Rodríguez, M.; Silva, J.; Yanez, G. & Rodríguez, H. (1997) *A follow-up study of EEG coherences in children with different pedagogical evaluations*. *Int J Psychophysiol.* 25:227--235.
60. Mehta, MA.; Sahakian, BJ. & Robbins, TW.; *Comparative psychopharmacology of methylphenidate and related drugs in human volunteers, patients with ADHD, and experimental animals*. In Solanto MV, Arnsten AFT, Castellanos FX, eds. *Stimulant drugs and ADHD basic and clinical neuroscience*. New York: Oxford University Press; 2001. p. 303-31
61. Mejorada, A. (2001) *Alteraciones neuropsicológicas en niños con déficit de atención y su correlación con la actividad encefalográfica*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: México.
62. Méndez, O. (2013) *Análisis electroencefalográfico y neuropsicológico en pacientes con migraña*. Tesis de maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
63. Méndez, I.; Hueth, F.; Schulte-Mönting, J.; Leonhart, R.; Manjarrez, E. y Kristeva, R. (2012) *Corticomuscular Coherence Reflects Interindividual Differences in the State of the Corticomuscular Network During Low-Level Static and Dynamic Forces*. *Cerebral cortex*, March 2012;22:628—638.
64. Milner, B. & Petrides, M. *Behavioural effects of frontal lobe lesions in man*. *Trends Neurosci* 1984; 7: 403-7.
65. Missonnier, P; Hasler, N; Perroud, F; Herrmann, P; Milletta, J; Richiardi, A; Malafosse, P; Giannakopoulos, P (2013) *EEG anomalies in adult ADHD subjects performing a working memory task*. *Neuroscience* 241, (25) : 135–146
66. Montagu, J. (1995) *The hyperkinetic child; a behavioral, electrodermal and EEG investigation*. *Develop Med Child Neurol* 1995; 17 299-305.
67. Montague, M. *Math Problem Solving for Middle School Students with Disabilities*. Recuperado el 18 de junio de 2007, de: http://www.k8accesscenter.org/training_resources/MathProblemSolving.asp

68. Morán, G. (2012) *Análisis neuropsicológico y electroencefalográfico de niño escolares con TDAH*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: México.
69. Mulas, F.; Abad, L.; Ros, G.; Roca, P. & Gandía, R. (2012) *Métodos de diagnóstico del TDAH*. En: Perote, A. & Serrano, R. (2012) *TDAH: origen y desarrollo*. Instituto Tomás Pascual para la nutrición y la salud. Madrid: España
70. Muller, A.; Candrian, G.; Kropotov, J.; Ponomarev, V. y Baschera, G. (2010) *Classification of ADHD patients on the basis of independent ERP components using a machine learning system*
71. Munguía, M. (2014) *Puebla entre los primeros lugares de desempeño escolar*. En: <http://www.sexenio.com.mx/puebla/articulo.php?id=26600>
72. Murias, M.; Swanson, J. y Srinivasan, R. (2007) *Functional Connectivity of Frontal Cortex in Healthy and ADHD Children Reflected in EEG Coherence* *Cerebral Cortex* August 2007;17:1788—1799.
73. Nebylitzin, V. (1983) *Las propiedades fundamentales del sistema nervioso humano como base neurofisiológica de la personalidad*. En: Solovieva (2007)
74. Nelson, H.E. (1976). *A modified card sorting test sensitive to frontal lobe defects*. *Cortex*, 12, 313- 324.
75. Niedermeyer, E. and Lopes da Silva, F. (2005) *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Lippincott Williams and Wilkins, 2005, 5th ed.
76. Nuñez, PL. & Srinivasan, R. (2006). *Electric fields of the brain: the neuro physics of EEG*. 2nd ed. New York: Oxford University Press
77. Osipova, EA. Pankratova N.V. (1997) *La dinámica del estatus neuropsicológico en niños con diferentes variants de manifestación del syndrome de deficit de atención e hiperactividad*. *Escuela de la salud*, 4:34-43.
78. Ozonoff, S. (1995). *Reliability and validity of the Wisconsin Card Sorting Test in studies of autism*. *Neuropsychology*, 9, 491-500.

- 79.Paus, T. (2004) *Mapping brain maturation and cognitive development during adolescence*. TRENDS in cognitive Sciences 9: 2 60-68.
- 80.Perote, A. & Serrano, R. (2012) *TDAH: origen y desarrollo*. Instituto Tomás Pascual para la nutrición y la salud. Madrid: España
- 81.Proal, E.; González-Olvera, J.; Blancas, AS.; Chalita, PJ. & Castellanos, FX. (2013) *Neurobiología del autismo y del trastorno por déficit de atención/hiperactividad mediante técnicas de neuroimagen: divergencias y convergencias*. Rev Neurol 2013; 57 (Supl 1): S163-75
- 82.Reitan, R.M. & Wolfson, D. (1994). *A selective and critical review of neuropsychological deficits and the frontal lobes*. Neuropsychology Review, 4, 161-198
- 83.Rivas, X. (2014) *Estudio electroencefalográfico y neuropsicológico en pacientes con déficit de atención*. Tesis de maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- 84.Román, F.; Del Pino, M. y Rabadán, M. (2012) *Práctica 9. Evaluación de las funciones ejecutivas*.
<http://ocw.um.es/cc.-sociales/neuropsicologia/practicas-1/practica-9.pdf>
- 85.Roselli, M. (2003) *Maduración cerebral y desarrollo cognitivo*. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, vol. 1, núm. 1, enero - junio, 2003 Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud Colombia
- 86.Roselli, M. Jurado, M. & Matute, E. (2008) *Las funciones en la vida cotidiana*. Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, Abril 2008, Vol.8, No.1, pp. 23-46
- 87.Roselli, M., Ardila, A., Lopera, F., & Pineda, D. (1997). *Neuropsicología Infantil*. Medellín: Prensa Creativa
- 88.SEP (2013) *Programa de fortalecimiento de educación especial y de la integración educativa*. En línea: www.educacionespecial.sep.gob.mx
- 89.Semrud-Clikeman, MS.; Filipek, PA. & Biederman, J. (1994) *Attention-deficit hyperactivity disorder: magnetic resonance imaging morphometric analysis*

- of the corpus callosum.* J Am Acad Child Adolesc Psychiatry 1994;33:875–881.
90. Solanto, MV. (2001) *Attention-deficit/hyperactivity disorder: clinical features.* In Solanto MV, Arnsten AFT, Castellanos FX, eds. Stimulant drugs and ADHD basic and clinical neuroscience. New York: Oxford University Press; 2001. p. 3-30. 4.
91. Solovieva, Y.; Bonilla, R. (2003) *Análisis de las funciones ejecutivas en niños con déficit de atención.* Revista española de neuropsicología **5**, 2:163-176.
92. Solovieva, Y.; Quintanar, L. y Flores, D. (2007) *Programa de corrección neuropsicológica del déficit de atención.* Colección Neuropsicología y Rehabilitación: México.
93. Solovieva, Y.; Lázaro, E. y Quintanar, L. (2008) *Mecanismos de los lóbulos frontales en niños preescolares con déficit de atención y niños normales.* Acta Neurol Colomb: Colombia. Vol. 24 No. 2 Junio.
94. Sowell, E.; Thompson, P.; Welcome, S.; Henkenius, A.; Toga, A. & Peterson, B. (2003). *Cortical abnormalities in children and adolescents with attention-deficit hyperactivity disorder.* Lancet. 362:1699--1707.
95. Stuss, D. y Levine, B. *Adult Clinical Neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes.* Annual Review of psychology. 43 (2002) 401-433.
96. Stuss, & R. T. Knight (2002), *Principles of frontal lobe function.* New York: Oxford University Press.
97. Swanson, JM.; Kinsbourne, M.; Nigg, J.; Lanphear, B.; Stefanatos, GA.; Volkow, N.; Taylor, E.; Casey, BJ.; Castellanos, FX. & Wadhwa, PD. (2007) *Etiologic subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder: brain imaging, molecular genetic and environmental factors and de dopamine hypothesis.* Neuropsychol Rev. 2007, 17 (1): 39-59.
98. Teuber, H.L., Battersby, W.S. y Bender, M.B. (1951). *Performance of complex visual task after cerebral lesions.* Journal of Nervous Mental Disorders, 114, 413-429.

99. USAER Y CAM (2011) *Factor aprovechamiento escolar de educación especial*. Comisión nacional, SEP-SNTE de carrera magisterial. Recuperado el día 19 may. 15 en: http://www.educacionchiapas.gob.mx/carreramagisterial/archivos2012/APR_OVECHAMIENTO_ESCOLAR_EDUCACION_ESPECIAL_2011.pdf
100. Varela, F.; Lachaux, JP.; Rodríguez, E. & Martinerie, J. (2001). *The brainweb: phase synchronization and large-scale integration*. Nat Rev Neurosci. 2:229--239.
101. Wodka, E., Mahone, M., Blankner, J., Larson, J., Fotedar, S., Denckla, M., & Mostofsky, S. (2007). *Evidence that response inhibition is a primary déficit in ADHD*. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 29, 345-356.
102. Young, S.; Andamous, M; Bolea, B.; Gudjossón, G.; Müller, U.; Pitts, M.; Thome, J. y Anderson, P. (2011) *The identification and management of ADHD offenders within the criminal justice system: a consensus statement from the UK Adult ADHD Network and criminal justice agencies*. Biomed central: <http://www.biomedcentral.com/1471-244X/11/32>
103. Zhirmunskaja, E.A., *Overcoming the Traditions That Have Built up in Electroencephalography*, Hum. Physiol., 1991, vol. 17, no. 2, p. 147
104. Zhirmunskaja, E.A., *Klinicheskaia elektroentsefa lografiia. obzor literatury i perspektivy ispol'zovaniia metoda (Clinical Electroencephalography. A Review and Application Perspectives of the Method)*, Moscow: Maybe, 1991.

ANEXO

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Heroica Puebla de Zaragoza, a ____ de _____ de _____.

PRESENTE:

A través de este medio informo mi consentimiento para que el (la) niño (a) _____ del cual soy padre o tutor recibirán una evaluación neuropsicológica y un estudio electroencefalográfico, que se realizará en la Unidad de Neuropsicología del Hospital Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, como parte del trabajo de investigación "*Análisis espectral de la actividad eléctrica durante la clasificación de las cartas de Wisconsin en niños escolares con TDAH*", de la estudiante de posgrado **Mónica Azul Sánchez Cervantes** coordinado por la Maestría en Diagnóstico y Rehabilitación Neuropsicológica, adscrita a la Facultad de Psicología de la BUAP.

ATENTAMENTE

Nombre y firma de tutor