



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



FACULTAD DE PSICOLOGÍA
MAESTRÍA EN DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN
NEUROPSICOLÓGICA

"EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS INHIBITORIOS Y
ANÁLISIS DEL COCIENTE THETA/BETA DEL ELECTROENCEFALOGRAMA
EN NIÑOS DE 6 A 12 AÑOS CON DIAGNÓSTICO DE TRASTORNO
POR DEFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD"

TESIS

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

PRESENTA:

Amparo Viridiana Márquez García

DIRECTOR:

Dr. Gregorio García Aguilar

ASESOR:

Mtro. Marco Antonio García Flores

Puebla, México, Diciembre 2016

MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Gregorio García Aguilar
Mtro. Marco Antonio García Flores
Mtra. Emelia Lázaro García

RECONOCIMIENTO

A los apoyos brindados por el consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca No. 374464/289396 durante el periodo de enero de 2014 a diciembre 2015 para la realización de mis estudios de Maestría que concluye con esta tesis como producto final de la Maestría en Diagnóstico y Rehabilitación Neuropsicológica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Por la Beca Mixta que me otorgo (CONACYT) en el extranjero, asignada para realizar una estancia de investigación en *University of British Columbia* en Vancouver, Canadá, que colaboró con el desarrollo y enriquecimiento de la presente investigación.

A los apoyo recibido por la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP), de la Benemerita Universidad Autonoma de Puebla (BUAP), para la participación en el congreso de la Sociedad Latino-Americana de Neuropsicología (SLAN) en octubre del 2015, donde se presentaron los avances del presente proyecto y por el apoyo económico recibido para la conclusión de la presente investigación.

Por último al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del estado de Puebla (CONCYTEP), por el apoyo obtenido en su convocatoria Becas-Tesis CONCYTEP 2016.

Agradecimientos

Gracias papás, por sentar las bases de disciplina y responsabilidad que hicieron posible la conclusión exitosa de esta meta. Gracias por su apoyo y por dejarme volar para que pudiera descubrir mi propio valor y capacidad.

Gracias Dr. Gregorio García Aguilar, por darme la oportunidad de colaborar con usted en este proyecto que disfrute mucho realizar, por su paciencia, por su guía y por ayudarme a descubrir nuevos horizontes.

Gracias compañeras y compañero por haber construido un grupo tan ameno, por todas las risas, los buenos momentos, las experiencias compartidas y sobre todo por tanto aprendizaje. Gracias por colaborar para construir una de las mejores y más enriquecedoras etapas de mi vida.

Gracias a mis maestras y maestros, por compartir siempre todo su conocimiento, por guiarme en el precioso camino de convertirme en Neuropsicóloga.

Gracias colega, amiga y compañera de aventuras, Karina Guadalupe Sepúlveda Barba, amiga, sin tu apoyo, sin tu valor y firmeza, no sé si esto hubiera sido posible, gracias por compartir conmigo este apasionante camino, por subir a mi lado cada escalón, por ponerme el ejemplo, por ayudarme a creer en mi cuando más me aquejaban las dudas.

Gracias Brenda Lizeth Carreón Ogaz, por tu apoyo, por tu buen humor, por tu compañía, por tu deliciosa comida, por regalarme una amistad tan bonita que ha trascendido la distancia y estoy segura que trascenderá también en el tiempo.

Gracias Silvia, "Chivis", por limpiar mis lágrimas, por todas las piedras que quitaste siempre de mi camino, por tu amistad, por tu cariño, por tu cobijo, para mi saber

que tú estabas ahí, me hacía sentir segura, gracias por convertirte en mi familia adoptiva de Puebla.

Gracias a quienes aunque ya no forman parte de mi vida, fueron un pilar importante tanto en la realización de este proyecto, como en el recorrido de esta maravillosa etapa.

Gracias a la gente de los “Jueves de Profética” (En adelante JDP), por las historias, la poesía y las ideas que me mantenían con los ojos abiertos y el alma joven.

Que Dios los bendiga...

INDICE

Resumen	9
Abstract	10
Capítulo I. Antecedentes	11
1.1 Trastorno por déficit de atención e hiperactividad	11
1.1.1 Diferencias entre los subtipos de TDAH	13
1.1.2 Diagnóstico del TDAH	14
1.2 Modelos teóricos explicativos del TDAH	15
1.3 Estudios neuropsicológicos sobre procesos inhibitorios en el TDAH	17
1.4 Electroencefalograma y TDAH	19
1.4.1 Electroencefalograma y procesos inhibitorios	21
Capítulo II. Marco teórico	23
2.1 Perfiles neuropsicológicos de pacientes con TDAH	23
2.1.1 Mecanismo psicofisiológico de regulación y control	24
2.1.2. Funcionamiento ejecutivo	25
2.2 Procesos inhibitorios	27
2.2.1 Desarrollo de los procesos inhibitorios	28
2.2.2 Bases neuropsicológicas de los procesos inhibitorios	31
2.2.3 Modelos actuales en el estudio de los proceso inhibitorios	38
2.2.4 Paradigmas para la evaluación de los procesos inhibitorios	40
2.3 Tercero de primaria, momento decisivo en el desarrollo neuropsicológico	43
2.4 Electroencefalografía	46
2.4.1 Ritmo Alfa	47
2.4.2 Ritmo Beta	48
2.4.3 Ritmo Theta	48
2.5 Análisis del EEG	49
2.5.1 Cocientes Theta/Beta en el diagnóstico de TDAH	50
Capítulo III. Planteamiento del problema	52
3.1 Pregunta de investigación	53
3.2 Objetivos	54

3.2.1. Objetivo General	54
3.2.2. Objetivos Específicos	54
3.3 Hipótesis de investigación	55
3.3.1 Hipótesis general	55
3.3.2 Hipótesis específica	55
Capítulo IV. Metodología	56
4.1 Muestra	56
4.1.1 Criterios de inclusión	56
4.1.2 Criterios de no inclusión	56
4.2 Diseño de investigación	57
4.3 Materiales e instrumentos	57
4.4 Análisis de datos	58
4.5 Procedimiento	58
Capítulo V. Resultados	60
5.1 Inhibición motora	60
5.2 Inhibición cognitiva	63
5.3 Electroencefalograma	67
Capítulo VI. Discusión	72
6.1 Procesos inhibitorios	72
6.2 Electroencefalograma	76
Capítulo VII. Conclusiones	78
Referencias	79
Anexos	85

Índice de Figuras

Figura 1. Conexiones entre la corteza prefrontal y áreas implicadas en el tratamiento de información sensorial

Figura 2. Conexiones entre la corteza prefrontal y estructuras límbicas

Figura 3. Conexiones entre la corteza prefrontal y estructuras implicadas en la memorización

Figura 4. Conexiones entre la corteza prefrontal, el cuerpo estriado y el control motor

Figura 5. Sistema dopaminérgico del área tegmental-ventral y sistema noradrenérgico del locus coeruleus

Figura 6. Procedimiento de la investigación

Figura 7. Tiempo de ejecución en tareas de inhibición motora

Figura 8. Ejecuciones correctas en tareas de inhibición motora

Figura 9. Tiempo de ejecución en tareas de inhibición cognitiva

Figura 10. Ejecuciones correctas en tareas de inhibición cognitiva

Índice de tablas

Tabla 1. Principales diferencias entre TDAH y TDA

Tabla 2. Distintas definiciones de Funciones Ejecutivas

Tabla 3. Paradigmas de evaluación de los procesos inhibitorios

Tabla 4. Maduración cronológica anatómica y bioquímica en la corteza prefrontal

Tabla 5. Datos demográficos de la muestra

Tabla 6. Criterios de inclusión

Tabla 7. Criterios de no inclusión

Tabla 8. Instrumentos utilizados

Tabla 9. Electrodo analizado por zona cerebral

Tabla 10. Estadísticos de contraste

Tabla 11. Resultados de electroencefalograma en ojos cerrados y ojos abiertos en

los cocientes Potencia Absoluta Teta/Beta1, Potencia Absoluta Teta/Beta2, Potencia Relativa Teta/Beta1 y Potencia Relativa Teta/Beta2 promediados para obtener un resultado por zona

Tabla 12. Tareas con diferencias significativas entre grupos en los distintos rangos de edad

Índice de anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

Anexo 2. Tareas de inhibición motora

Anexo 3. Stroop. Test de colores y palabras

Anexo 4. Test Sol y luna

Anexo 5. Stoop animales

Anexo 6. Hyling Test (adaptación)

Anexo 7. Test 5 dígitos

Resumen

El control inhibitorio ha sido señalado como una de las principales afectaciones en pacientes con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH). Y recientemente el electroencefalograma ha sido confirmado como una herramienta útil en el apoyo del diagnóstico de menores con TDAH. Es por esto que el objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo de las habilidades inhibitorias tanto motoras como cognitivas y conjugar esta valoración con el análisis electroencefalográfico de tipo cuantitativo. Para ello se evaluaron tanto a niños sanos como a niños con TDAH.

La muestra clínica estuvo conformada por 7 niños y niñas con diagnóstico de TDAH de 6 a 8.9 años de edad y 10 niños y niñas de 9 a 12 años de edad y sus respectivos grupos controles.

Para confirmar el diagnóstico de TDAH se realizó una valoración neuropsicológica previa. Para evaluar la inhibición cognitiva se utilizó el Test de stroop de colores y palabras, stroop de animales, stroop de sol y luna, Hyling test, y 5 dígitos. Para evaluar la inhibición motora se utilizaron las pruebas *go - no go*; *Tapping*, Golpeteo, Puño – Dedo, además de la prueba verbal asociativa y de conflicto. Para la realización del electroencefalograma se utilizó un equipo Brayn Vision ActiCHamp de 64 canales.

En los resultados se pudieron corroborar diferencias significativas entre grupos y entre los distintos rangos de edad, esto sucedió tanto en las valoraciones de los procesos inhibitorios, en los tiempos de ejecución así como en el electroencefalograma.

Apoyando la importancia de utilizar distintos tipos de evaluaciones en distintas edades ya que no todas demostraron ser sensibles en todos los rangos de edad. Además los resultados electroencefalográfico confirman lo anterior evidenciando que el TDAH no desaparece con el aumento de edad, sino más bien evoluciona.

Abstract

Inhibitory control has been identified as one of the main effects in patients with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). And recently the electroencephalogram has been confirmed as a useful tool in supporting the diagnosis of children with ADHD. That is why the aim of this study was to evaluate the development of both motor and cognitive inhibitory skills and combine this assessment with quantitative electroencephalographic analysis . For this purpose we evaluated both healthy children and children with ADHD.

The clinical sample consisted of 10 children diagnosed with ADHD from 6 to 8.9 years old and 10 children aged 9 to 12 years of age and their respective control groups.

To confirm the diagnosis of ADHD prior neuropsychological evaluation was performed. Test Stroop Color-Word , Animal Stroop , Stroop Sun and Moon, Hyling test , and 5 digits used to assess cognitive inhibition. To assess motor inhibition tests no execution-execution were used Tapping, patter , Fist - Finger addition to the associative verbal test and conflict. For the realization of the electroencephalogram, there was used a Brayn Vision ActiCHamp 64 channels equipment.

At the end were found significant differences between groups and related to different age ranges , this happened both in the valuations of the inhibitory processes in response times as well as in the electroencephalogram .

Supporting the importance of using different types of assessments at different ages because not all proved to be sensitive in all age ranges. In addition electroencephalographic results confirm this showing that ADHD does not disappear with increasing age , but rather evolves.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (en adelante TDAH), es la afección psiquiátrica diagnosticada más frecuentemente en niños mexicanos, se estima que la prevalencia en México es del 5% aproximadamente. Datos del Servicio de Atención Psiquiátrica y de la Escuela Nacional de Epidemiología Psiquiátrica afirman que este trastorno es la primera causa de atención psiquiátrica en la población infantil, ya que representa la mayor demanda en el servicio de psiquiatría en México con un 44% (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, 2009).

Existen varias fuentes de información sobre la prevalencia estadística del TDAH mundial entre los niños en edad escolar. Por ejemplo, las estimaciones más recientes sobre la base de encuestas nacionales en Estados Unidos presenta los siguientes resultados.

Para niños de 4 a 17 años de edad:

5.1 millones de niños que representan el 8.8% en este grupo de edad tienen un diagnóstico actual de TDAH:

- 6.8% de los niños de 4 a 10 (1 en 15)
- 11.4% de los niños de 11 a 14 (1 de 9)
- 10.2% de los niños de 15 a 17 (1 en 10)

La edad media de diagnóstico de TDAH actual fue de 6.2 años, incluyendo:

- TDAH "leve" diagnosticada a los 7 años,
- TDAH "Moderado" diagnosticado en 6.1 años, y
- TDAH "grave" diagnosticado en 4.4 años.

3.5 millones de niños (69% de los niños con TDAH actual en Estados Unidos) estaban tomando medicamentos para el TDAH al momento de realizar la encuesta (Services, U.S. Department of Health & Human, 2014, pp. 1439-1443).

Los principales criterios para el diagnóstico de este trastorno son obtenidos del Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales (en adelante DSM por sus siglas en inglés), que es una publicación realizada por la Asociación Americana de Psicología, la cual sirve de referencia/guía para gran parte de los profesionales de la salud en el diagnóstico de trastornos mentales. Esta guía aporta descripciones, síntomas y otros criterios útiles para el diagnóstico de estos trastornos mentales y es revisado de forma periódica, de acuerdo con las investigaciones, estudios y descubrimientos realizados.

La versión más reciente y en vigor en la actualidad es el DSM-V, que se publicó en mayo de 2013.

En el DSM V se define el TDAH de la siguiente manera:

A- Patrón persistente de inatención y/o hiperactividad-impulsividad que interfiere con el funcionamiento o desarrollo que se caracteriza por (1) y/o (2):

1. Inatención:

Si seis (o más) de los siguientes síntomas se han mantenido por al menos 6 meses; falta de atención a los detalles, dificultad para mantener atención prolongada, en ocasiones parecer no escuchar, con frecuencia no seguir instrucciones, dificultad para organizar tareas y actividades, disgusto para iniciar tareas, perder cosas necesarias para tareas o actividades, distraerse con facilidad y con frecuencia olvidar actividades cotidianas.

2. Hiperactividad e Impulsividad:

Si seis (o más) de los siguientes síntomas se han mantenido por al menos 6 meses; Juguetea y golpea constantemente, se levanta cuando no corresponde, corretea o trepa en situaciones inapropiadas, dificultad para mantenerse tranquilo, actúa como si lo impulsara un motor, habla excesivamente, responde impulsivamente, le cuesta esperar su turno e interrumpe (APA, 2013).

Además, el manual considera algunas formas de la aparición y presencia de los síntomas.

“B- Algunos síntomas de inatención o hiperactivo-impulsivos estaban presentes antes de los 12 años.

C. Varios síntomas de inatención o hiperactivo-impulsivos están presentes en dos o más contextos (por ejemplo, en casa, en el colegio o el trabajo; con los amigos o familiares; en otras actividades).

D. Existen pruebas claras de que los síntomas interfieren con el funcionamiento social, académico o laboral, o reducen la calidad de los mismos.

E. Los síntomas no se producen exclusivamente durante el curso de la esquizofrenia o de otro trastorno psicótico y no se explican mejor por otro trastorno mental (por ejemplo, trastorno del estado de ánimo, trastorno de ansiedad, trastorno disociativo, trastorno de la personalidad, intoxicación o abstinencia de sustancias).

En función de los resultados se podrán clasificar las siguientes presentaciones:

Presentación combinada: Si se cumplen el Criterio A1 (inatención) y el Criterio A2 (hiperactividad-impulsividad) durante los últimos 6 meses.

Presentación predominante con falta de atención: Si se cumple el Criterio A1 pero no se cumple el criterio A2 (hiperactividad-impulsividad) durante los últimos 6 meses.

Presentación predominante hiperactiva/impulsiva: Si se cumple el Criterio A2 (hiperactividad-impulsividad) y no se cumple el Criterio A1 (inatención) durante los últimos 6 meses” (APA, 2013, pp. 33-41).

A pesar de ser estos los criterios más utilizados por los especialistas de la salud mental para el diagnóstico del TDAH, existen diversas opiniones respecto a las subclasificaciones presentadas en este manual. A continuación abordaremos estas subclasificaciones.

1.1.1 Diferencias entre los subtipos de TDAH

De acuerdo al DSM V (APA, 2013), el TDA se clasifica en tres subtipos diagnósticos:

1. Trastorno por déficit de atención, con predominio de déficit de atención.
2. Trastorno por déficit de atención, con predominio hiperactivo-impulsivo.
3. Trastorno por déficit de atención con hiperactividad, tipo combinado.

Sin embargo existen investigadores que no están de acuerdo con esta clasificación. Adele Diamond (2005), basada en diversas investigaciones, postula que estos no son subtipos diferentes de TDAH (predominante hiperactivo y

predominante desatento), sino dos trastornos diferentes con distintos perfiles cognitivos y de comportamiento, distintos patrones de comorbilidades, distintas respuestas a la medicación, y distintas bases neurobiológicas subyacentes. Esta información se encuentra resumida en la Tabla 1.

Tabla 1
Principales diferencias entre TDAH y TDA.

TDAH	TDA
Presenta hiperactividad.	Presenta hipoactividad.
Problemas sociales.	Problemas sociales.
Son comunes conductas agresivas.	Son comunes problemas de lenguaje, ansiedad y depresión.
Dificultades para mantener una alta motivación.	En general se presentan largos tiempos de reacción.
Principal problema cognitivo, dificultad en los procesos inhibitorios.	Principal dificultad cognitiva en memoria de trabajo.
Más del 90% responde positivamente a altas dosis de metilfenidato en moderadas a altas dosis.	Algunos responden positivamente a bajas dosis de metilfenidato pero en general se presenta mejor respuesta a anfetaminas (Adderall) ^a .
Anormalidades en el estriado.	Se implican mayormente zonas prefrontales que el estriado (aun cuando es clara la relación entre estas zonas).
Menor volumen en el caudado y asimetría caudada invertida.	Polimorfismo en el gen DRD4.
Menor actividad en el estriado mientras responden tareas de inhibición comparado a sus controles.	
La hiperactividad es más comúnmente encontrada en daños estructurales en el estriado que después de daño en el cortex frontal.	
Polimorfismos en el gen DAT1	

^a Ambos medicamentos metilfenidato y anfetaminas son inhibidores de la recaptura de dopamina y norepinefrina solo que el adderall además promueve liberación de estos. Fuente: Adaptado de Diamond, A. (2005). *Attention-deficit disorder (attention-deficit/hyperactivity disorder without hyperactivity): A neurobiologically and behaviorally distinct disorder from attention-deficit/hyperactivity disorder (with hyperactivity)*. *Development and Psychopathology*, 17 (3), 807-825.

1.1.2 Diagnóstico del TDAH

El TDAH es un trastorno heterogéneo que involucra distintos servicios de atención a la salud mental, como pueden ser el psicopedagógico, psicológico, neurológico, neuropsicológico e incluso médico.

No existe una prueba única para diagnosticar el TDAH. Aun cuando gran

parte de los especialistas se basan solamente en las propuestas del DSM, determinar si un niño tiene TDAH es un proceso que requiere de varios pasos. Ya que muchos otros problemas, como la ansiedad, la depresión y ciertos tipos de discapacidades del aprendizaje, incluso inmadurez o un funcionamiento no óptimo de distintas zonas cerebrales pueden presentar síntomas similares.

César Soutullo (2007) afirma que el TDAH debe ser diagnosticado principalmente de forma clínica combinando los siguientes factores:

1. Valoración sintomatológica: atención selectiva, atención sostenida, concentración, focalización del estímulo, control inhibitorio de la atención, impulsividad, hiperactividad, autocontrol.
2. Valoración cognitiva: valoración neuropsicológica del funcionamiento ejecutivo, capacidad intelectual, lecto-escritura, memoria y aprendizaje.
3. Evaluación de la conducta y la emoción: trastornos del comportamiento, conducta social y emocional (Soutullo, 2007, pp. 39-56).

A pesar de ser un diagnóstico complejo se siguen buscando formas de simplificar este proceso. Existen autores que afirman que se puede diagnosticar este trastorno con una prueba de electroencefalograma (en adelante EEG), lo cual abordaremos en un capítulo posterior.

1.2 Modelos teóricos explicativos del TDAH

El TDAH es un trastorno del neurodesarrollo, caracterizado por alteraciones o retraso en el desarrollo de funciones vinculadas a la maduración del sistema nervioso central (en adelante SNC), que se inician en la infancia y siguen un curso evolutivo estable. Estas alteraciones en las áreas madurativas del cerebro dan como resultado alteraciones en las áreas cognitivas provocando la sintomatología propia del TDAH (Pallares-Artiagas & Narbona, 2011).

Los síntomas nucleares del Trastorno por déficit de atención e hiperactividad; déficit de atención, hiperactividad e impulsividad son la expresión conductual y observable de un trastorno en el funcionamiento cognitivo (Pallares-Artiagas, 2009).

Los modelos basados en la hipótesis cognitiva plantean que los pacientes con TDAH presentan una desregulación de los procesos de control cognitivo sobre la conducta, que se expresarían como déficit en una o varias funciones ejecutivas.

Dichas funciones engloban procesos cognitivos de orden superior que permiten la persistencia del comportamiento orientado a la realización de un objetivo y la regulación de éste frente a eventuales cambios del medio tanto interno como externo.

Los distintos modelos cognitivos explicativos para el TDAH intentan dar respuesta a la causa y el origen de las alteraciones y manifestaciones conductuales y cognitiva propias del trastorno. Sin embargo, no ha sido posible hasta el presente, alcanzar un consenso en este campo. A continuación se presentan dos de los modelos teóricos más relevantes que intentan explicar el TDAH.

Russel A. Barkley (1997), propone al TDAH como un retraso particularmente en el desarrollo de los procesos de inhibición de respuesta. Considera que la inhibición conductual es esencial para el funcionamiento eficaz de las Funciones Ejecutivas (en adelante FE), que controlan a su vez al sistema motor en el inicio y la realización de las conductas dirigidas a una meta y orientadas hacia el futuro. En su teoría, la inhibición conductual representa el primer componente del modelo, siendo crítica para el adecuado funcionamiento de las otras FE (la memoria de trabajo no verbal, la internalización del habla o memoria de trabajo verbal, la auto-regulación de afecto/motivación/activación y la reconstitución). Barkley, sugiere que el TDAH, más allá de ser un simple trastorno de la atención, representaría un problema nuclear en la capacidad para la inhibición de conductas básicas para el desarrollo de una conducta eficaz (Barkley, 1997).

Thomas E. Brown (2009), también desarrolló un modelo sobre las capacidades cognitivas complejas que están afectadas en el TDAH. Además de las FE, ya mencionadas por Barkley, Brown añade como aspectos importantes, la motivación y la regulación de las emociones. Aunque el modelo por tanto, es algo similar, para Brown hay que señalar dos diferencias importantes:

“Los dos describimos el TDAH como un deterioro de la función ejecutiva relacionado esencialmente con el desarrollo. Las dos diferencias principales entre nuestros modelos son las siguientes: 1) Barkley limita explícitamente su modelo de modo que se aplica sólo a las personas cuyo subtipo de TDAH es combinado, que incluye síntomas hiperactivos e impulsivos. 2) Su modelo da primacía a la inhibición conductual como función ejecutiva primordial de la que dependen el desarrollo y la función de todas las demás funciones ejecutivas. No comparto la idea de que la inhibición conductual es de la que dependen el desarrollo de las demás funciones ejecutivas” (Brown, 2009, p. 6).

La atención, para Brown, es en esencia un concepto que integra a las FE del cerebro y representa la primacía en el desarrollo de las mismas.

1.3 Estudios neuropsicológicos sobre procesos inhibitorios en el TDAH

En apoyo al modelo de Barkley, otros investigadores encuentran evidencia de que en niños con TDAH, existe un déficit en la capacidad de inhibición de la respuesta, lo que explicaría la dificultad que poseen para frenar las respuestas impulsivas, para detener las conductas que ya estaban en marcha, para resistir a la interferencia y para mantener los esfuerzos cognitivos centrados en una sola actividad (López- Campo, Gómez-Betancur, Aguirre-Acevedo, Puerta, & Pineda, 2005).

El test de *stroop*, en sus distintas versiones, es un test sensible al adecuado procesamiento inhibitorio cognitivo que nos brinda evidencias que permiten corroborar que los niños con TDAH presentan un déficit general en los procesos de inhibición cognitiva. Los niños con TDAH, a pesar de tener un desempeño considerado normal, presentan mayores dificultades que los niños sanos para realizar esta tarea.

También se observa una dificultad mayor, considerada anormal o atípica, en los procesos de inhibición motora, evaluada a través de pruebas de *tapping* o golpeteo (Rubiales, Bakker, & Urquijo, 2010). De acuerdo a un estudio realizado por Holmes y colaboradores, la medida de inhibición es una FE que, junto con el funcionamiento de la memoria de trabajo, permite discriminar a los niños con y sin

TDAH (Holmes, Gathercole, Place, Alloway, Elliott, & Hilton, 2009).

Un estudio más reciente (Arán Fillipetti & Mias, 2007) reportó la existencia de diferencias significativas entre el grupo con TDAH y el grupo control en el Test de *stroop* y en el Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin (en adelante WCST por sus siglas en inglés) en el número de errores, en la cantidad de respuestas perseverantes, en los errores perseverativos y en el número de categorías completas.

Al evaluar neuropsicológicamente las FE y comparar a niños con TDA, niños con TDAH y niños sin TDAH, se observó que el grupo de TDAH y el TDA se diferenciaron en amplitud atencional y en memoria de trabajo respecto a los niños sin TDAH. Los niños con TDAH se diferenciaron en fluidez, impulsividad cognitiva, inhibición de respuestas y flexibilidad cognitiva. Los niños con TDA lo hicieron en amplitud atencional y planificación. Y los subtipos de TDAH sólo se diferenciaron en que los niños con TDAH presentaron mayor impulsividad cognitiva en comparación con los niños de TDA (Romero-Ayuso, Maestú, González-Marqués, Romo-Barrientos, & Andrade, 2006).

En la misma línea, se observó que los niños con TDAH presentan diferencias significativas respecto a un grupo control en el test de *stroop* para nombramiento de colores e interferencia. Esta diferencia se mantiene significativa al comparar el grupo control con el subtipo TDAH-Combinado, pero desaparece al comparar el grupo control con el subtipo TDAH-Inatento y al comparar ambos subtipos (Pasini, Paloscia, Alessandrelli, Porfirio, & Curatolo, 2006).

Una de las principales características encontradas en los niños con TDAH en comparación con niños sanos en la ejecución de tareas que evalúan los procesos inhibitorios, es la presencia de diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de respuesta. Investigadores de la Universidad de Negev (Berger, Alyagon, Hadaya, Atzaba-Poria, & Auerbach, 2013) utilizando un paradigma basado en *stop signal task* adaptado a niños preescolares de 5 años de edad; encontraron que el tiempo de reacción en tareas de *stop signal task* se correlacionó con síntomas concurrentes de hiperactividad en el niño.

Es importante mencionar que estos resultados no fueron similares en los

niños que solamente presentaban síntomas de desatención. Este mismo estudio evaluó la correlación entre padres con características de TDAH y el tiempo de reacción en tareas de *stop signal task*. Y se encontró que los síntomas de falta de atención en padres hicieron una contribución significativa a la explicación del tiempo de reacción en tareas de *stop signal task*, incluso cuando se controlan los efectos de las variables que interfieren. Curiosamente solo se encuentra una correlación significativa con los padres y no con las madres.

Al evaluar niños sanos de distintas edades se ha demostrado que los tiempos de reacción en tareas de inhibición son indicador no solo de patología si no de inmadurez en el desarrollo de las estructuras relacionadas (Cobo, 2014).

En resumen podemos afirmar que existen numerosos estudios que coinciden en apoyar la teoría de Barkley demostrando una correlación entre un funcionamiento no óptimo de los procesos inhibición de la respuesta y tiempos de ejecución prolongados, con el diagnóstico de TDAH, haciendo una diferenciación con el TDA ó TDAH de tipo inatento. La principal prueba utilizada para evaluar procesos inhibitorios es *stroop* en sus distintas modalidades.

1.4 Electroencefalograma y TDAH

La fisiología y la psicofisiología han realizado importantes aportaciones acerca de la dinámica de la organización funcional cerebral a través de la utilización de diversos métodos de exploración no invasiva de la actividad cerebral, como el EEG. La aplicación de estos métodos permite establecer las tendencias básicas en la formación de la actividad eléctrica rítmica cerebral en distintas etapas del desarrollo (Solovieva, Quintanar, Bonilla, Pelayo, & Manchinskaya, 2013).

Esta técnica es útil para detectar y localizar la actividad convulsiva en el cerebro, también se ha usado para estudiar fenómenos como el sueño y el efecto de las drogas sobre la actividad cerebral (Rains, 2003). Durante más de 40 años, la investigación EEG ha tratado de caracterizar y cuantificar la neurofisiología del déficit de atención / hiperactividad (Loo & Barkley, 2005). Los grupos analizados

varían en edad, características y paradigmas utilizados durante el EEG.

Las bandas de frecuencia de mayor interés en la investigación TDAH son Theta, Alfa y Beta, ya sea solo (por ejemplo, la potencia absoluta o relativa de alfa) o en comparación con los demás (como el cociente Theta/Beta o la relación de amplitud). En un estado de reposo, la actividad de la banda theta puede reflejar somnolencia o "desaceleración cortical". La actividad de la banda alfa se observa típicamente durante los ojos cerrados en reposo, particularmente en regiones posteriores, y desaparece con la excitación del SNC. La actividad de la banda Beta, por el contrario, generalmente acompaña a la actividad mental y la concentración. Una relación de potencia Theta-Beta medida en el vértice (CZ) se ha propuesto para capturar las contribuciones relativas de dos bandas de frecuencias pertinentes para el diagnóstico y seguimiento de TDAH bajo las condiciones de ojos abiertos y los ojos cerrados en condición de reposo (Monastra, et al., 1999).

Los estudios electroencefalográficos donde se ha investigado la sincronización de las diferentes bandas de EEG durante el estado de reposo, han demostrado que los sujetos con TDAH tienen valores significativamente más altos y mayor probabilidad de sincronización de las bandas Alfa y Beta en estado de reposo. Este resultado podría indicar un aumento excesivo de la cooperación (o sincronización) entre las diferentes partes del sistema nervioso y un aumento excesivo del número de conjuntos neuronales dependientes en pacientes de TDAH durante el estado de reposo en las bandas Alfa y Beta (Liu, Lin, Chen, & Wang, 2014).

En un estudio con niños de 7 y 8 años de edad diagnosticados con TDA y TDAH, se descubrieron dos tipos de desviaciones en el estado funcional cerebral. La primera se relaciona con una inmadurez funcional del sistema fronto-talámico y la segunda con un decremento de la activación inespecífica de la formación reticular activadora ascendente (Manchinskaya & Krupskaya, 2001).

En otro estudio se evaluaron con EEG a dos grupos, uno compuesto por pacientes diagnosticados con TDAH de tipo hiperactivo/impulsivo y otro combinado. Los principales hallazgos del electroencefalograma fueron el

incremento de la actividad lenta frontal y la presencia de descargas epileptiformes en ambos grupos (Rojas Reyes, Calzada Reyes, & Rojas Zuaznabar, 2010).

La mayoría de los autores considera que estas alteraciones responden a un retraso en la maduración del SNC como base del trastorno; esto quiere decir que los hallazgos electroencefalográficos representan un retraso en el desarrollo; estos trazos de la actividad eléctrica cerebral serían normales en un niño de menor edad cronológica y desaparecerían con la edad.

Además se ha demostrado un incremento de la actividad en las bandas lentas del espectro en el subtipo hiperactivo/impulsivo respecto al combinado lo que podría indicar una mayor profundidad de las alteraciones morfofuncionales de base que podrían manifestarse en los aspectos de hiperactividad e impulsividad del cuadro clínico.

Aún cuando algunos autores consideran que la utilidad clínica de EEG en el diagnóstico del TDAH aún no se ha demostrado (Loo & Barkley, 2005), en 2013 la Food and Drug Administration estadounidense aprobó el NEBA como el primer dispositivo para la evaluación complementaria del trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH), basado en el electroencefalograma cuantificado (EEGq) e incluyendo la relación Theta/Beta estandarizada, cuyos resultados fueron consistentes con la evaluación clínica, tanto médica como psicológica, y es una herramienta útil para determinar si el TDAH es primario, secundario o comórbido a otro trastorno.

1.4.1 Electroencefalograma y procesos inhibitorios

Algunos autores han decidido realizar paradigmas sensibles a los procesos inhibitorios como el *stop signal task* aunados a un registro de EEG o midiendo los potenciales relacionados con eventos (en adelante PREs), tal como los investigadores de la Universidad de Negev, quienes realizaron una valoración de PREs utilizando un paradigma de *stop signal task* en niños de edad escolar, los resultados mostraron la aparición de un componente negativo a los 200 ms (N2), en consonancia con la señal de alto en los niños sanos. En el grupo con TDAH

este componente no se presentó en las zonas parietales y occipitales.

La localización de dipolos sLORETA, demostró que el origen de estas diferencias se encontraba en las regiones fronto-temporales izquierdas incluyendo la ínsula (Berger, Alyagon, Hadaya, Atzaba-Poria, & Auerbach, 2013).

Estos mismos resultados ya habían sido sugeridos en un estudio que evaluó a un grupo de sujetos adultos con un paradigma de *stop signal task*, que presentaban síntomas de TDAH, comparados con un grupo de sujetos sanos. Los resultados pusieron de manifiesto la solidez de diferencia en la amplitud de los componentes N2-P3 entre los adultos durante la ejecución de la tarea, obteniendo mayor amplitud el grupo control en comparación con el grupo de adultos que manifestaron diferencias significativas conductuales asociadas al TDAH (MacLaren, Taukulis, & Best, 2007).

De igual forma se han encontrado diferencias al evaluar a niños con TDAH en comparación con un grupo de niños sanos, utilizando un paradigma *Go – no Go*, para medir sus habilidades motoras en tareas de tiro en baloncesto. Los resultados sugieren que mayores puntuaciones en tareas de habilidades motoras, se relaciona con niveles de latencia menores P3 en la condición *Go* (Hung, Chang, Chan, Shih, Huang, & Hung, 2013).

Sin embargo no se encontró una correlación significativa entre una baja puntuación en las tareas de habilidades motoras en la condición *no Go* y latencias más largas en P3. Aunque la asociación entre la puntuación media de la medición de habilidades motoras y la precisión *no-Go* fue limitada, el promedio y sus subconjuntos, donde se obtuvieron los puntajes más altos en la medición de habilidades, presentaron latencias cortas de N2 y P3 incluyendo una amplitud mayor de P3.

De acuerdo a los autores del estudio estos hallazgos sugieren que las habilidades motoras pueden desempeñar funciones que benefician el rendimiento cognitivo de los niños con TDAH.

Capítulo II

Marco teórico

2.1 Perfiles neuropsicológicos de pacientes con TDAH

De acuerdo a Sandra Bara-Jímenez y colaboradores (2003), quienes utilizaron una serie de pruebas y baterías estandarizadas para realizar la valoración neuropsicológica de pacientes con TDAH, los niños con este trastorno presentan déficit en atención sostenida y selectiva, memoria visual y control inhibitorio, así como alteraciones en las dimensiones de la conducta. Además presentaron diferencias significativas respecto a un grupo de pacientes sanos, en control mental, ejecución continua auditiva, evocación de la figura de Rey y número de respuestas correctas en el test *stroop*.

Este mismo grupo de pacientes presentó diferencias en la mayoría de las dimensiones de conducta externalizante e internalizante de la Escala multidimensional de evaluación de la conducta para niños versión colombiana (en adelante BASC por sus siglas en inglés), en los formatos para padres, maestros y autoinforme. De igual manera presentaron diferencias en las dimensiones de los cuestionarios de criterios diagnósticos del DSM IV para trastorno negativista desafiante (en adelante TND), Trastorno disocial de la conducta (en adelante TC), en la Encuesta Conners para padres y en la Encuesta Conners para maestros.

Evaluados desde el enfoque neuropsicológico histórico – cultural, los pacientes con TDAH muestran un perfil neuropsicológico caracterizado por un déficit funcional severo, principalmente en el mecanismos psicofisiológicos de regulación y control, además de presentar dificultades en los mecanismos de organización secuencial motora, análisis y síntesis espacial y activación cerebral inespecífica. El TDAH se constituye, por tanto, en un síndrome neuropsicológico complejo en el que están implicados, además de las dificultades en el proceso de atención y otras funciones cognitivas aisladas, diversos procesos psicológicos y mecanismos cerebrales (Quintanar, Solovieva, Gomez, & Sanchez, 2011).

Sin embargo este es un trastorno que cambia con el desarrollo cronológico de los niños. Los criterios utilizados para diagnosticar a niños son difícilmente aplicables para diagnosticar adultos (Benito, 2008). Los estudios de seguimiento muestran que algunos síntomas van atenuándose, o incluso desaparecen conforme avanza la edad. Los síntomas de hiperactividad e impulsividad van disminuyendo y persistiendo la inatención. A pesar de esta mejoría parcial, los síntomas que permanecen siguen siendo muy deteriorantes (Biederman, Mick, & Faraone, 2000).

2.1.1 Mecanismo psicofisiológico de regulación y control

De acuerdo con el modelo neuropsicológico histórico-cultural, el principal mecanismo psicofisiológico afectado en paciente con TDAH es el de regulación y control, pero ¿qué es un mecanismo psicofisiológico o factor? Un mecanismo psicofisiológico o factor es considerado como el trabajo que realiza un área cerebral altamente especializada y distintos factores se pueden unir para dar lugar a un sistema funcional.

El término de sistema funcional es considerado la unión de diferentes sectores cerebrales que pueden estar cercanos o lejanos entre sí pero que se unen de manera funcional para dar lugar a una acción o tarea común; estos sistemas funcionales constituyen la psicofisiología de la acción del sujeto (Anokhin, 1971).

Luria consideraba que las funciones cognitivas se localizan de manera sistémica y dinámica en el cerebro; es decir que se localizan en sistemas funcionales complejos. Al referirse a localización dinámica se describe la relación entre la zona cerebral y el mecanismo psicofisiológico (o factor) la cual no es una relación fija, por el contrario ésta cambia a consecuencia del aprendizaje y el desarrollo madurativo (Luria, 1984).

Por otro lado, Galperin (1998), sugirió que la actividad como un proceso sometido a un motivo y dirigido a un objetivo determinado, es necesaria para la adquisición y funcionamiento óptimo de los factores o mecanismos

psicofisiológicos.

En este sentido, Luria (1984) afirmaba que existían sólidos fundamentos para distinguir tres unidades funcionales del cerebro: (1) la unidad para regular el tono y la vigilia (sistema límbico y reticular); (2) la unidad para obtener, procesar y almacenar la información que proviene del mundo exterior (áreas corticales post-rolándicas); y (3) una unidad para programar, controlar y verificar la actividad mental (corteza prefrontal).

Además, propone que los lóbulos frontales, que constituyen el tercer bloque funcional, son los responsables de la programación, regulación y control de la actividad consciente del sujeto (Luria, 1984). Dentro de los lóbulos frontales, es posible identificar diferentes factores neuropsicológicos o mecanismos psicofisiológicos entre los cuales se encuentran la organización cinética de los movimientos y las acciones además de regulación y control.

El factor de regulación y control se relaciona con estructuras frontales amplias, mientras que el factor de la organización cinética se relaciona con estructuras frontales posteriores (Mejia & Eslava-Cobos, 2008). Es indudable que ambos mecanismos están relacionados con el TDAH.

2.1.2. Funcionamiento ejecutivo

De igual forma, se ha señalado déficit en el funcionamiento ejecutivo en los pacientes con TDAH, por lo que a continuación ahondaremos en este concepto.

Luria (1984) fue el primero en describir pacientes con lesiones en los lóbulos frontales que presentaban incapacidad respecto de su iniciativa y motivación, dificultad en el autocontrol de la conducta y dificultades para diseñar un plan de acción y llegar a un objetivo planteado. A esta conjunto de capacidades las definió Lezak (1982) desde un punto de vista pragmático como Funciones Ejecutivas, es decir, las capacidades mentales esenciales para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y aceptada socialmente.

Las definiciones de FE pueden variar, y las funciones que se relacionan a estas también difieren, por ello en la tabla 2 mostramos una síntesis de las principales

funciones incluidas en cada definición de este término:

Tabla 2
Distintas definiciones de Funciones Ejecutivas

AUTOR	FUNCIONES INCLUIDAS
Lezak (1995)	Planificación Comportamiento dirigido por objetivos Volición Desempeño efectivo: autorregulación, supervisión, corrección de errores.
Pennington y Ozonoff (1996)	<u>Inhibición</u> Flexibilidad cognitiva Memoria de trabajo Planificación Fluencia
Miyake et al., (2000).	Cambio <u>Inhibición</u> Actualización
Zelazo y Müller (2002)	FE calientes: auto-control, toma de decisiones y regulación del procesamiento de la emoción y la respuesta emocional. FE frías: planificación, razonamiento, comportamiento estratégico, flexibilidad y memoria de trabajo.
Soprano (2003).	Planificación Organización Anticipación Memoria de Trabajo <u>Inhibición</u> Flexibilidad Autorregulación Control de la conducta
Anderson y Doyle (2004).	Anticipación Selección de metas Planificación y organización Iniciación de la actividad Autorregulación Flexibilidad mental Despliegue atencional Memoria de trabajo Retroalimentación
Brown (2005).	Activación y emprendimiento Capacidad de focalización Sostenimiento de esfuerzo Modulación de las emociones Memoria Acción de auto-monitoreo y auto-regulación
Slachevsky et al., (2005).	Región dorsolateral: Memoria de trabajo, Razonamiento, Comprensión de situaciones. Región ventromedial: Conductas sociales, <u>inhibición de respuestas automatizadas</u> , motivación y recompensa. Región medial: Control de la atención y planificación. Región Frontopolar: Planificación adaptativa.
Roth, Randolph, Koven, y Isquith (2006).	Flexibilidad cognitiva Toma de decisiones <u>Control inhibitorio</u>

	Planificación y organización Automonitoreo Memoria de trabajo.
Barkley, Murphy y Fischer (2008).	Memoria de trabajo no verbal □ Memoria de trabajo verbal □ Autorregulación de las emociones, motivación y activación Recomposición

Fuente: Basado en, Rubiales, J., Bakker, L. y Urquijo, S. (2010). Inhibición cognitiva y motora en niños con Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. Revista Acta Psiquiátrica y Psicológica de América Latina, 56(2), (pp. 75-82).

Pineda, Ardila, Rosselli, Cadavid, Mancheno, & Mejía (1998) afirman que las FE son mediadas por redes dinámicas y flexibles, tienen su base neuroanatómica en la corteza prefrontal, que juega un papel principal en el control y monitoreo, además de sus conexiones recíprocas con otras zonas de la corteza cerebral y estructuras subcorticales, tales como núcleos de la base, núcleo amigdalino, diencéfalo y cerebelo.

Algunos autores como Adele Diamond (2002) y David Zelazo (1997), afirman que las FE comienzan su desarrollo desde los primeros años de vida, con el desarrollo de la corteza prefrontal, aseguran que es posible observar en los niños conductas que sugieren que algunas de las capacidades cognitivas que integran las FE, han iniciado su desarrollo, el cual durará muchos años incluso hasta la adultez, siendo estas las funciones que más tiempo tardan en desarrollarse.

Es importante enfatizar que los procesos inhibitorios forman parte en la mayoría de las propuestas, como elemento importante del funcionamiento ejecutivo, siendo de acuerdo a la teoría de Barkley (1997) el proceso de mayor relevancia y del cual dependen el adecuado desarrollo y funcionamiento del resto de las FE.

2.2 Procesos inhibitorios

Es común asociar déficits en los procesos inhibitorios con dificultades cognitivas, pero sobre todo conductuales. De forma más específica se señala una relación directa entre el desempeño deficiente de los procesos inhibitorios y el trastorno de déficit de atención con hiperactividad (Barkley, 1997; Diamond, 2005; Fuster, 1988; Holmes, Gathercole, Place, Alloway, Elliott, & Hilton, 2009 & Zelazo,

Carter, Reznick, & Douglas, 1997).

De manera general el concepto de inhibición es relacionado con “supresión”. Esta asociación ha recibido distintos usos, los cuales dependen de la disciplina o acercamiento teórico desde el cual se aborde. Refiriéndonos particularmente en el caso de la psicología, este concepto ha sido adaptado a distintas teorías que lo explican de forma distinta, lo cual ha generado gran cantidad de teorías basadas en inhibición a lo largo de la literatura (López, 2007).

No obstante existen estudios que promueven la valoración de los procesos inhibitorios como un predictor sensible de un futuro éxito profesional, familiar y personal. En un estudio longitudinal realizado por Moffit y colaboradores (2010), se demostró que menores que tenían un mejor desempeño en tareas que valoraban los procesos inhibitorios, al llegar a la edad adulta, tenían mejores empleos (ganaban más), mayores grados académicos y mayor estabilidad en su vida personal, en comparación con los sujetos que no tuvieron un adecuado desempeño en tareas que valoraban procesos inhibitorios.

2.2.1 Desarrollo del los procesos inhibitorios

Para comprender un proceso es indispensable estudiar su desarrollo. Han sido muchos los autores que han desarrollado paradigmas que permiten evaluar el grado de desarrollo de los procesos inhibitorios en distintos rangos de edad (Diamond, 2002; Luria, 1984; Piaget, 2001 & Zelazo, Reznick, & Piñon, 1995), los cuales nos permiten observar de una forma objetiva los alcances que deberían ser los esperados en distintos periodos y así poder intuir cuando se está presentando un retraso en el desarrollo o funcionamiento de los mismos que podría ser patológico.

La Dra. Diamond (2002) se dio a la tarea de sintetizar y organizar varios estudios, presentando los paradigmas que de acuerdo a las investigaciones citadas, deberían ser resueltos en un determinado rango de edad. A continuación se presenta una tabla donde todos estos estudios han sido resumidos y organizados.

Tabla 3
Paradigmas de evaluación de los procesos inhibitorios

Desarrollo del cortex prefrontal y desarrollo de las funciones cognitivas.			
Primer año de vida	Tarea A- no- B o de respuesta retardada.	Subregiones de zonas dorso laterales pre frontales.	<p>7 1/2 a 8 meses logran la correcta localización del primer estímulo.</p> <p>7 1/2 a 12 meses logran la correcta localización de el estímulo en un segundo lugar (inhibiendo el primer lugar de respuesta).</p> <p>12 meses, lo logran incluso después de 10 segundos.</p>
	Tarea Recuperación de objetos.	Zonas dorso laterales pre frontales.	<p>6 a 8 meses los bebés llegan sólo por el lado en el cual están buscando.</p> <p>Por 11-12 meses de edad, los niños no tienen que mirar a lo largo de la línea de su alcance en absoluto.</p> <p>Los bebés progresan a través de una serie bien delimitada de 5 etapas en el desempeño de esta tarea entre 6-12 meses de edad.</p>
1 a 3 años de edad.	Inhibición de respuestas preponderantes en orden de mejorar en una respuesta (La inhibición de la tendencia a empujar la bandeja giratoria para obtener un juguete).		<p>Los niños mejoran en su capacidad de hacer esto entre 12-24 meses.</p> <p>Iguales mejoras se reportan sobre un problema de barra de equilibrio entre la edad de 1 1/2 y 2 1/2 años.</p>
3 - 7 años de edad.	Tareas a - no - b.		A los tres años se presenta un error similar al de cuando eran más pequeños pero con tareas más difíciles.
	Agrupación de cartas por color o forma.		<p>A los tres años se realiza adecuadamente la primera clasificación sea por color o forma. Fallan al cambiar el criterio, aunque son capaces de recordar la nueva instrucción.</p> <p>A la edad de 5 años son capaces de realizar adecuadamente la tarea de cartas y las tareas de "go/no-go".</p>

	Apariencia - realidad		A los 3 años ellos creen que es lo que parece ser (se ve como roca es como roca). A los 4-5 años ellos responden correctamente (parece una roca pero es una esponja).
	Teoría de la mente y falsas creencias.		A los 3-4 años los niños tienen problemas inhibiendo la tendencia cuando devén señalar una tarea de falsa creencia. Cuando se les da una respuesta nueva sobre la que deben indicar la localización falsa los niños de 3 - 4 años tienen un mejor desempeño.
	Tarea de conservación líquida de Piaget		3-4 años fallan. 5-7 lo hacen adecuadamente.
	Tarea de gratificación tardía.		Los niños de 3-4 años son incapaces de esperar por la mayor recompensa. Los niños de 5-6 años son capaces de esperar la recompensa mayor.
	Batería diseñada para la evaluación de los lóbulos frontales (CANTB por sus siglas en inglés).		Entre los 4 y 5 años muestran un mejor desempeño en esta batería. Mejora la habilidad para la retención temporal de información es mostrada a los 5 años, así como la memoria espacial, (tarea de bloques), además de la tarea de señalamiento de auto ordenamiento espacial.
	Tarea de día y noche.		Niños de 3 1/2 - 4 1/2 años, encuentran esta tarea muy difícil. Para la edad de 6-7 es trivialmente fácil. Si se utilizan diseños abstractos aún los niños de 3 1/2, no tienen problemas.
	<i>Tapping test</i> de Luria.		Adultos con daño en lóbulos frontales fallan en esta tarea. Los niños mejoran en los mismos rangos de edad que la tarea anterior y estas tareas están correlacionadas.
	Tarea de conteo y amplitud espacial.	Memoria temporal y resistencia a la interferencia.	Varios estudios demuestras una fuerte mejora lineal en ambas tareas entre los 4 1/2 y los 6 1/2 años de edad. (Esta tarea esta altamente correlacionada con la tarea de la balanza de Piaget, matrices de Raven y adquisición de conceptos).

	Matrices de Raven.		A los 4 años se tiende a responder de acuerdo a lo que es perceptualmente sobresaliente. Entre los 7 - 8 años de edad ellos son capaces de tomar dos dimensiones o dos perspectivas en cuenta. Ellos pueden mentalmente manipular, combinar, re combinar, ordenar, y re ordenar información.
7 años de edad a la adultez.	Test de elección de cartas de Wisconsin.	CPF	Los niños alcanzan los niveles de adultos en esta tarea a los 11 años de edad.
	Tarea de conteo y amplitud espacial.		Se observan mejoras continuas a la edad de 8 años, y las mejoras son menores hasta volverse asintomáticos al rededor de los 10 - 11 años.

Fuente: Basado en Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. En Principles of frontal lobe function (pp. 466-503). New York: Oxford University Press.

Sin embargo, no sólo es necesario conocer las tareas a las que se deberían acceder en determinado rango de edad, es también importante conocer las bases neuronales y bioquímicas relacionadas con estos procesos y su desarrollo en la ontogenia.

2.2.2 Bases neuropsicológicas de los procesos inhibitorios

Dentro de las evidencias que relacionan los procesos inhibitorios y la corteza prefrontal encontramos la descripción realizada por Luria (1984), donde se refiere al patrón característico de los pacientes con daño prefrontal y presenta las siguientes características:

- Dificultades en la producción de conductas espontáneas, la planificación y la concentración. □
- Incapacidad para regular los procesos atencionales conscientes conservando las respuestas atencionales involuntarias. □
- Déficits en la atención selectiva y focalizada, dificultad para dirigir o limitar la atención. □
- Alteración en el procesamiento de información relacionada. □
- Incapacidad de ejecutar órdenes verbales externas o internas. □

- Patrones de respuestas predominantes de manera rígida y □perseverativa. □
- Manifestación de incapacidad para inhibir respuestas perseverativas o imitativas y tendencia a dar respuestas impulsivas: Por ejemplo, cuando se les pide que realicen un movimiento alternativo al que realiza otra persona (p. ej., golpear sobre la mesa una vez cuando el experimentador golpea dos veces) estos pacientes son incapaces de inhibir la respuesta imitativa (Luria, 1984).

□Luria (1984), sugirió que aunque estos pacientes pueden no mostrar déficits en los tests de inteligencia, el daño afecta a otros procesos cognitivos, como los implicados en □el mantenimiento de una conversación o en el análisis de escenas complejas de significado.

Más evidencias de la relación entre el daño frontal y déficits en la inhibición de respuestas, son encontradas en estudios que involucran pruebas como el Test de Wisconsin (Wisconsin Card Sorting Test) y el Test *stroop*. En estas pruebas se valora la capacidad de cambiar de respuesta y de ignorar los estímulos irrelevantes y es donde los pacientes lesionados en la corteza prefrontal presentan una pobre ejecución en comparación con sujetos no lesionados. La ejecución básicamente refleja una incapacidad para inhibir una respuesta previamente adquirida (López, 2007).

Es por ello que algunos investigadores coinciden en que los lóbulos frontales juegan un rol trascendental en la selección y regulación de la conducta, inhibiendo respuestas anteriores y resistiendo la interferencia de otros estímulos irrelevantes (Diamond, 2002; Luria, 1961 & Harnishfeger, 1995).

Los lóbulos frontales son las estructuras más anteriores de la corteza cerebral, se encuentran situadas por delante de la cisura central y por encima de la cisura lateral (Flores & Ostrosky-Solis, 2008), siendo el córtex asociativo de los lóbulos frontales -el córtex prefrontal- el locus primario de la inhibición (Diamond, 2002; Fuster, 1988; Luria, 1984 & Harnishfeger, 1995).

La corteza prefrontal está dividida en tres regiones que no tienen una delimitación precisa:

- La región dorso-lateral o externa: situada en la cara convexa del hemisferio.
- La región fronto-medial: situada en la cara interna.
- La región orbito-frontal o ventral.

Las características anatómicas más importantes de la corteza prefrontal son:

1. Dispone de conexiones recíprocas con todas las áreas implicadas en el tratamiento de las informaciones sensoriales (somestésicas, visuales y auditivas), que le permite establecer una representación interna del mundo exterior.

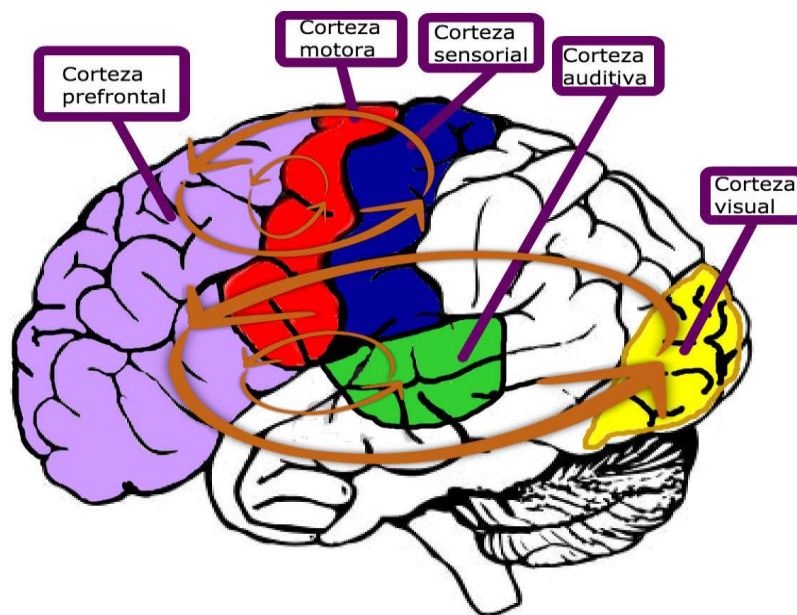


Figura 1. Conexiones entre la corteza prefrontal y áreas implicadas en el tratamiento de información sensorial. Versión modificada de la imagen contenida en Cando, (2013).

2. Recibe aferencias de las principales estructuras límbicas (córtez cingular anterior, giro parahipocámpal, amígdala e hipotálamo), disponiendo así de información sobre el estado afectivo y motivacional.

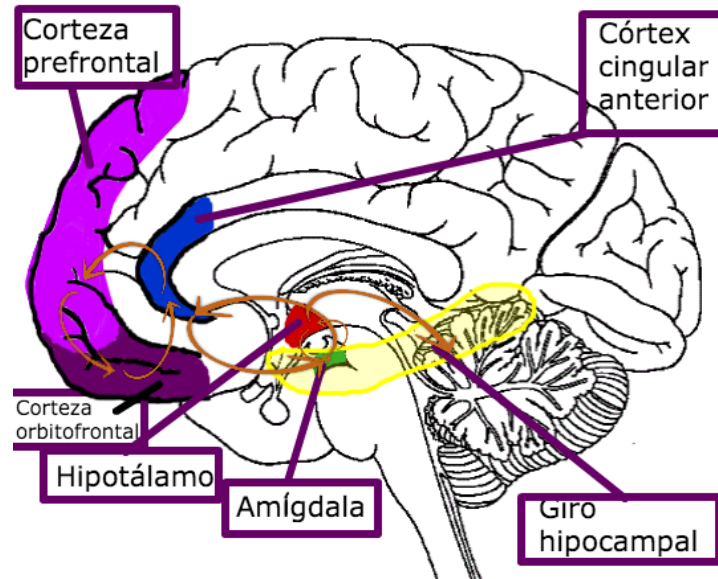


Figura 2. Conexiones entre la corteza prefrontal y estructuras límbicas. Versión modificada de la imagen contenida en Cando, (2013).

3. Está relacionado estrechamente con las estructuras implicadas en la memorización (complejo amígdalo-hipocampo y tálamo), ya que recibe proyecciones del núcleo mediodorsal del tálamo, que le facilitan la actualización de experiencias pasadas.

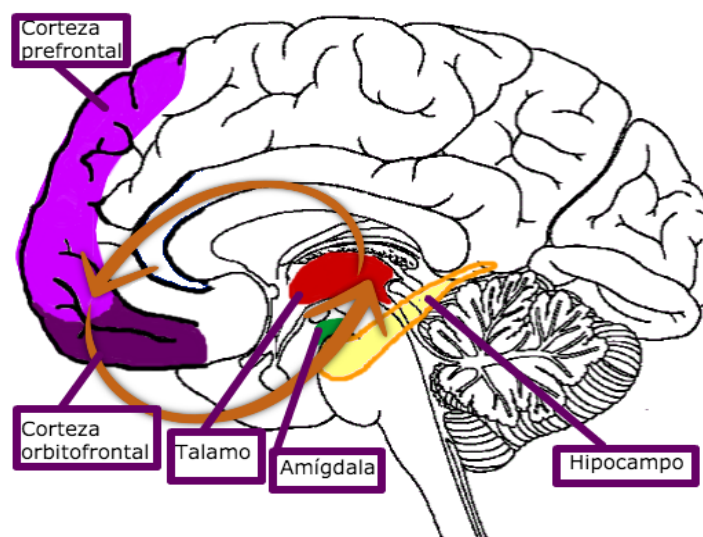


Figura 3. Conexiones entre la corteza prefrontal y estructuras implicadas en la memorización. Versión modificada de la imagen contenida en Cando, (2013).

4. Sus eferencias hacia el cuerpo estriado y corteza premotora le posibilitan el participar en el control motor.

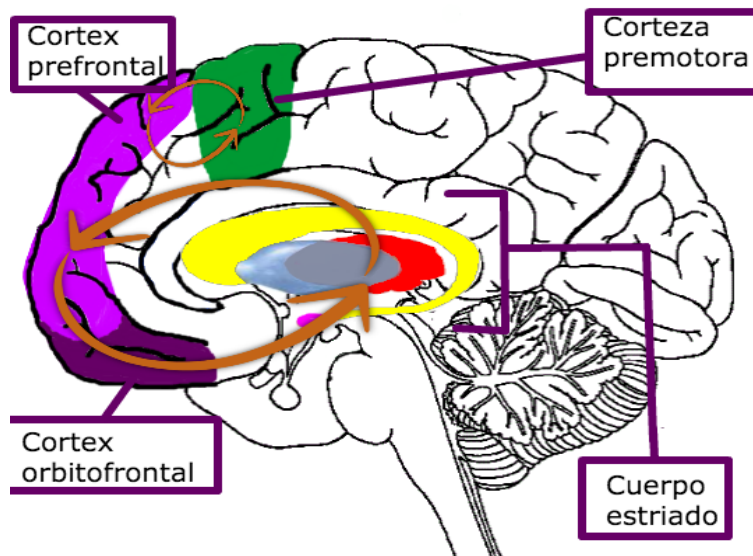


Figura 4. Conexiones entre la corteza prefrontal, el cuerpo estriado y el control motor. Versión modificada de la imagen contenida en Cando, (2013).

5. Recibe una enervación catecolaminérgica masiva de origen subcortical (sistema dopaminérgico del área tegmental-ventral y sistema noradrenérgico del locus coeruleus), gracias a la cual interviene en la iniciación y activación de esquemas de acción.

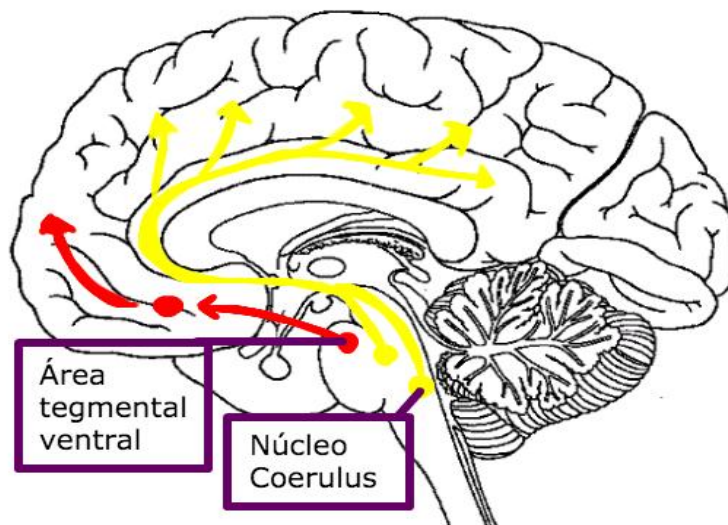


Figura 5. Sistema dopaminérgico del área tegmental-ventral y sistema noradrenérgico del locus coeruleus. Versión modificada de la imagen contenida en Cando, (2013).

En resumen la corteza prefrontal representa internamente la experiencia en curso o la situación del entorno sumando los atributos motivacionales y afectivos, permitiendo la elaboración de un plan de acción de acuerdo con las experiencias presentes y anteriores.

La corteza prefrontal lleva a cabo los procesos necesarios para la resolución de problemas complejos que requieren: el mantenimiento de la información en la memoria a corto plazo, el tratamiento de datos secuenciales, la elaboración de un plan de acción guiado por estrategias autogeneradas, la capacidad de cambiar de plan en función de las modificaciones de los estímulos del entorno, la inhibición de respuestas no pertinentes ligadas a estímulos distractores y el mantenimiento del programa de respuestas hasta su realización completa. Se trata del conjunto de funciones necesarias para el control y realización de comportamientos dirigidos hacia una meta (Serón y Jeannerod, 1994 c.p. López, 2007, pp. 98-99).

Pero, ¿en qué consiste el desarrollo ontogenético de esta zona cerebral? Adele Diamond (2002), responde a esta pregunta realizando un análisis del desarrollo ontogenético de la corteza prefrontal, el cual es sintetizado en la siguiente tabla.

Tabla 4
Maduración cronológica anatómica y bioquímica en la corteza prefrontal

Primer año de vida	<ul style="list-style-type: none"> - De los 7 ½ a los 12 meses de edad se presenta un periodo marcado de crecimiento dendrítico de las neuronas piramidales en la capa III de la corteza prefrontal dorsolateral. - A los 12 meses las dendritas han alcanzado su completa extensión y maduración. - El crecimiento de las ramas dendríticas alcanza una meseta en su longitud que va desde un año de edad hasta por lo menos 27 años de edad. - De los 7 ½ a los 12 meses la superficie de los cuerpos celulares de estas neuronas aumenta. - El nivel de glucosa metabolizado en esta zona aumenta en este periodo y alcanza sus niveles adultos aproximadamente al cumplir un año de vida. - Aun cuando la dopamina ya es importante para un
--------------------	---

	<p>adecuado funcionamiento de la corteza dorsolateral prefrontal a la edad de 6 a 12 meses es aún bastante reducida en estas zonas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La aparición de acetilcolina en varias capas cambia dramáticamente durante el primer año de vida.
1 a 3 años	<ul style="list-style-type: none"> - Casi nada es sabido sobre los cambios en la corteza prefrontal durante este periodo. - La acetilcolina se reactiva desde la capa III de neuronas piramidales y comienzan su desarrollo.
3 a 7 años	<ul style="list-style-type: none"> - La densidad de neuronas en la corteza prefrontal dorsolateral es mayor en el nacimiento y declina después. A los dos años de edad la densidad es de el 55% arriba de la media del adulto, pero para la edad de 7 años es solo del 10% arriba de la media de los adultos. Así ocurre un cambio dramático en la densidad dendrítica entre los 2 y los 7 años. - A los 7 años el decrecimiento de la densidad sináptica es significativo, aunque no baja hasta los niveles adultos. - Entre los 2 y los 5 años se presenta la expansión en los arboles dendríticos de la capa III de células piramidales de la corteza prefrontal dorsolateral. - Entre la edad de 2 – 4 años y 6 – 7 años se aumenta la densidad de neuropéptidos neuronas inmunoreactivas (una clase de circuitos intrínsecos de neuronas local circuit intrinsic neurons).

7 años a la adultez temprana.	<ul style="list-style-type: none"> - La mielinización de la corteza prefrontal es prolongado y no alcanza sus niveles adultos hasta la adolescencia. - La sinaptogénesis ocurre con la mielinización, la densidad sináptica de la capa III de células piramidales en la corteza prefrontal dorso lateral aumenta hasta la edad de un año y entonces disminuye alcanzando su nivel de adultez alrededor de a los 16 años de vida. - La formación de contactos sinápticos en la corteza dorsolateral prefrontal alcanza su máximo después de los 15 meses de edad, y la poda sináptica ocurre después en la infancia, extendiéndose a la adolescencia media en el caso de la corteza prefrontal dorsolateral. - Los cambios del desarrollo en la corteza prefrontal continúan en la adultez. - Reducción en la densidad de la materia gris en la corteza frontal entre la adolescencia (12-16 años) y adultez (23 – 30 años). - Reducción en el estriado (principalmente en el putamen y el globo pálido) aumenta más de 5 veces en tamaño la materia gris durante este periodo. - La acetilcolina finalmente alcanza sus niveles adultos en la adultez temprana.
-------------------------------	--

Fuente: Basado en Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. En Principles of frontal lobe function (pp. 466-503). New York: Oxford University Press.

2.2.3 Modelos actuales en el estudio de los procesos inhibitorios

Dentro de las principales escuelas neuropsicológicas existen marcadas diferencias en la forma de explicar la naturaleza propia de los procesos inhibitorios. ¿Nos referimos a un único proceso que actúa a diferentes niveles de la conducta del individuo, o existen procesos diferentes e independientes que solamente comparten una característica operacional común, la supresión? (Harnishfeger, 1995). Las perspectivas teóricas nos presentan dos alternativas:

- 1) La inhibición como un mecanismo generalizado. □
- 2) La inhibición como un conjunto de procesos independientes. □

Respecto a la primera alternativa, Luria y Tsvetkova (1981), consideran que la inhibición tiene que ser concebida como un único mecanismo global que afecta a varios aspectos de la conducta. Si los procesos inhibitorios están relacionados a la maduración de los lóbulos frontales (Diamond, 2002), entonces se podría considerar que bajo el amplio rango de manifestaciones de la inhibición subyace el mismo substrato neuropsicológico y por tanto un único mecanismo global.

Referente a la segunda alternativa que propone la existencia de un conjunto de procesos independientes que tienen características propias, se sugiere que los procesos inhibitorios no siguen una misma trayectoria de desarrollo, sino que evolucionan de manera distinta para tratar con las diferentes fuentes de información (Harnishfeger, 1995).

Esta alternativa se respalda en las investigaciones que han obtenido bajas correlaciones entre diferentes medidas de inhibición, suponiendo que estos resultados se deben a el hecho de que son procesos independientes los que se evalúan (López, 2007).

Son varios los modelos que se han desarrollado para explicar los procesos inhibitorios, dentro de los más representativos se encuentra el modelo de Adam Aron (2007), quien afirma que existen dos tipos de inhibición: la inhibición lateral y la inhibición activa. La inhibición lateral corresponde a un proceso automático en el cual se forman representaciones a partir de la acumulación de evidencia, haciendo que se supriman o inhiban las demás representaciones menos importantes.

Por su parte, la inhibición activa, hace referencia a un proceso voluntario en el cual se suprimen estímulos, memorias o respuestas irrelevantes a partir de la elección directa del sujeto; debido a lo anterior, la inhibición activa también es concebida como un mecanismo de control cognitivo. Adam Aron (2007), afirma que, sin la inhibición como función cognitiva, nuestro cerebro sería constantemente inundado por estímulos irrelevantes.

Julio Flores y Ferggy Ostrosky (2008), desarrollaron un esquema conceptual

relacionado al funcionamiento de los lóbulos frontales. Este esquema consta de 4 niveles iniciando por las funciones más básicas, necesarias para el desarrollo y funcionamiento de las más sofisticadas. El primer nivel involucra el control inhibitorio, el control motriz y la detección de selecciones de riesgo; los cuales se relacionan con la corteza orbito frontal y frontal medial. El segundo nivel incluye el sistema de memoria de trabajo y se relaciona con la corteza prefrontal dorsolateral. En el tercer nivel se ubican las funciones de planificación, fluidez, productividad, secuenciación y flexibilidad mental; estas se relacionan con la corteza prefrontal dorsolateral. Por último, el cuarto nivel, se conforma por la metamemoria, la abstracción y la comprensión del sentido figurado; funciones a las cuales los autores llaman también metafunciones y se localizan en la corteza prefrontal anterior.

Joaquin M. Fuster (1980), nos presenta un modelo conexionista, que considera los procesos inhibitorios como sub funciones de la atención. De acuerdo a este autor, las funciones cognitivas consisten en operaciones neuronales dentro y entre redes, donde una neurona o grupo de neuronas puede servir a varias funciones cognitivas. En el caso de la corteza prefrontal medial o basal, considera que al presentar alteraciones en el control inhibitorio se desencadenan conductas de distractibilidad y baja capacidad de atención.

Para este autor el déficit de atención puede ser de dos clases, el primero, dificultad en concentración y atención sostenida; el cual resulta de lesiones de la corteza prefrontal lateral. El segundo, dificultad en la inhibición de estímulos internos y externos que interfieren con el comportamiento presente; el cual resulta de lesiones en la corteza ventral (orbital).

2.2.4 Paradigmas para la evaluación de los procesos inhibitorios

Son diversos los paradigmas utilizados para evaluar los procesos inhibitorios, dentro de los principales y mayormente utilizados encontramos, *go /no go*, *stroop* y *stop signal task*.

El paradigma *go / no-go* es una prueba de reacción selectiva, en la que los participantes tienen que responder sólo a uno de los dos estímulos alternativos (el

estímulo *go*), mientras que el participante no debe responder al otro estímulo (el estímulo *no-go*). Las investigaciones sugieren que el tiempo de ejecución selectiva siempre será mayor que un simple tiempo de ejecución, ya que, en ésta, además del análisis perceptual y ejecución de respuesta, se requiere seleccionar la respuesta, lo cual involucra una etapa de decisión (Miller, Schäffer, & Hackley, 1991).

Hoy en día la tarea *go / no-go* se utiliza generalmente para medir los procesos de inhibición, ya que los participantes tienen que retener el impulso de responder, cuando se presenta el estímulo *no-go*, lo que requiere control inhibitorio. El índice de control inhibitorio es la probabilidad de que una respuesta se ejecute en un ensayo de exclusión (falsas alarmas) y la diferencia de tiempo de reacción entre la respuesta *no-go* y la respuesta *go* (Verbruggen y Logan, 2008).

El paradigma *stroop*, conocido también con el nombre de test de interferencia color-palabra, o como interferencia asimétrica de la respuesta (Garner, 1983, citado en García, 1991), consiste en que el sujeto ha de nombrar el color de la tinta en que está impresa una palabra cuyo contenido semántico (el nombre de un color) es incompatible con el nombre del color en el que dicha palabra se haya impresa (Ver anexo 3). Se ha demostrado que el tiempo de ejecución del sujeto cuando la palabra es incompatible con el color de la tinta aumenta significativamente comparado con el tiempo de ejecución cuando la palabra es congruente o neutra (García, 1991).

Así pues, el efecto *stroop* viene explicado por la incongruencia o incompatibilidad existente entre el color que está impreso en la palabra y el significado de dichas palabras, siendo en ocasiones conceptualizado como una forma de *priming* negativo.

Desde un punto de vista metodológico, se han elaborado distintas condiciones experimentales para demostrar la existencia del efecto *stroop*, todas ellas basadas en la relación color/significado de la palabra. Dichas condiciones se definen de la siguiente manera: de interferencia, que tiene lugar cuando la palabra se imprime en un color de tinta incongruente con el significado de la palabra impresa; de facilitación, que se produce cuando el significado de la palabra y el

color de la tinta en que está impresa son congruentes; y de control o neutra, que ocurre cuando el significado de las palabras no guarda relación alguna con el nombre del color en que está impresa.

La variable dependiente principalmente utilizada en este tipo de estudios ha sido el tiempo de ejecución y en ocasiones la variable de precisión.

Han sido diversas las variantes realizadas al esquema clásico de este paradigma experimental. Una de las más relevantes ha sido la de usar entradas sensoriales distintas a la modalidad visual. La más comúnmente utilizada es aquella en la que el sujeto tiene que denominar los dígitos presentados visualmente, mientras oye otros dígitos presentados de forma auditiva, otra variable consiste en nombrar un animal que lleva una insignia con el nombre de un animal distinto (Ver anexo 5).

El hecho de que las variaciones dadas al paradigma *stroop* sigan produciendo tal efecto de *transfer* negativo en la mayoría de las ocasiones, ha hecho que dicho fenómeno trascienda su contexto original. En realidad, el efecto *stroop* tiende a ser concebido como una forma de enfrentar al sujeto a una situación de *transfer* negativo como consecuencia de presentarle un tipo de información cuyos componentes son incompatibles (García, 1991).

La técnica de *stop signal task* consiste en ejecutar una determinada tarea, de tal forma, que a lo largo de su ejecución el experimentador presenta una señal de *stop* que informa al sujeto que no debe responder a ese ensayo, con lo que genera un mecanismo de control atencional.

Los parámetros utilizados en este tipo de tareas son los siguientes:

- La demora que se produce entre la aparición del estímulo que demanda la respuesta y la aparición del estímulo de la señal de *stop*.
- La habilidad para predecir la presencia de la señal de *stop*.
- El tipo de proceso cognitivo implicado para ejecutar la tarea principal en el momento en que aparece la señal de *stop*.

La variable dependiente del paradigma va a ser la medición de los tiempos de ejecución, tanto cuando no se presenta ninguna señal de *stop* como cuando se presenta la señal y se escapa a la inhibición. Esto genera tres tipos de medición:

- Medición de la dificultad de control.
- Medición del tiempo de ejecución.
- Medición del componente balístico del proceso que es controlado.

Se sugiere que el rol de la inhibición como una estrategia tal vez es más claro en las habilidades motoras, que tienden a ser continuas, que en las habilidades cognitivas, que a menudo implican una cadena de componentes discretos (Logan y Cowan 1986, p.324, c.p. García, 1991).

2.3 Tercero de primaria, momento decisivo en el desarrollo neuropsicológico

Aunque no debemos perder de vista que el desarrollo no depende únicamente de factores madurativos, sino que es el resultado también de la interacción de estos con factores ambientales (Vigotsky, 1995), existe un punto de capital importancia para comprender los estadios del desarrollo: la mielinización del sistema nervioso, hecho de enorme repercusión para el proceso de maduración de las vías nerviosas, ya que existe una clara relación entre el patrón de mielinización del sistema nervioso y la adquisición de nuevas habilidades funcionales. La mielinización es un proceso por el que la mielina, que es una sustancia grasa, envuelve los axones actuando como elemento aislante y favoreciendo la velocidad y la precisión en la transmisión del mensaje (Barros & Bossa, 2001).

Existen estudios que muestran que por el tercer año de vida, las neuronas gliales han sido mielinizadas en un 90 %, comparado con sus valores en la edad adulta, con excepción de la formación reticular que alcanza estos niveles alrededor de los 7 años, las comisuras cerebrales que completan su mielinización a la edad de 9 años de edad y la sustancia blanca intracortical que continua este proceso durante toda la vida o hasta los 60 años (que son las personas de mayor edad en el estudio citado) (Yacovlev y Lecourse, 1967) citados en (Thatcher, Walker, & Giudice, 1987).

Este periodo de maduración fisiológica se correlaciona directamente con estadios del desarrollo cognitivo. Por ejemplo en el lenguaje, se diferencian dos subperiodos que se extienden de los 5 a los 7 y luego de los 8 a los 12 años (Azcoaga, 1997) .

En relación a la primera subetapa, los niños logran integrar el instrumento elocutivo, fonológico y gramatical, de modo similar al lenguaje de los adultos; prosigue entonces un proceso de ordenación sintáctica de los elementos gramaticales incorporados a su habla y un desarrollo, moderadamente dependiente de las influencias culturales del medio, de la comprensión de los significados, lo que se ve reflejado en la riqueza y amplitud del vocabulario del menor (Azcoaga, 1997).

Con respecto a la segunda subetapa de los 8 a los 12 años aproximadamente, el lenguaje se caracteriza por una mayor ampliación conjunta de los aspectos sintácticos y semánticos, demostrables en el aumento cuantitativo de los vocabularios y referidos mediante los distintos tipos de oraciones.

Esta afirmación se ve corroborada en el trabajo de investigación realizado por María de Lourdes Flores (2001), quien al evaluar las características neuropsicológicas del desarrollo del lenguaje oral y su comprensión, dentro de sus resultados muestra una evidente disminución de errores en las tareas relacionadas con comprensión de órdenes, palabras y oraciones, denominación de objetos y dibujos, en el tercer grado de primaria, por lo que esta autora define el tercer grado correspondiente a las edades de 8-9 años como un momento decisivo en el desarrollo del lenguaje.

Este mismo momento crítico en el desarrollo se relaciona con la estabilidad y consolidación de las imágenes internas, se reporta además que es en tercero de primaria cuando los menores en edad escolar alcanzan la mayor producción de imágenes, palabras y conceptos, estableciéndose un tope que continua hasta los doce años (Jimenez, 2000).

Otros ejemplos de la relevancia de esta etapa crítica en el desarrollo la encontramos en la investigación realizada por Deyanira Loredó (2008) , quien realizó una caracterización del desarrollo de los principales factores neuropsicológicos propuestos por Luria, en una población infantil urbana. Esta autora señala que en el tercer grado de primaria, las tareas de regulación y control presentaron un porcentaje bajo de errores, lo cual fue interpretado por la autora como un indicador de madurez funcional de los sistemas frontales en el plano fisiológico.

Además, referente a atención y estado de alerta, se encontró un tope en el éxito de las tareas utilizadas para la valoración de este apartado en tercero de primaria.

Referente a la asimilación de los principios espaciales ej. Izquierda-derecha, esto comienza alrededor de los 7 años y ofrecen mayor posibilidad de corrección de las ejecuciones en espejo.

Al analizar la retención audio-verbal se encontró que desde primero hasta tercer grado de primaria se incrementa el porcentaje de aciertos conforme avanza el grado escolar y se disminuyen los errores por disminución de volumen y cambio de orden de los elementos.

Para el grupo de cuarto a sexto de primaria se observa un perfil de ejecución diferente a los grados anteriores, en este grupo se encuentra un porcentaje de aciertos mayor a la comisión de errores, los aciertos incrementan de manera proporcional en relación al grado escolar, los errores más frecuentes son los que tienen que ver con la retención involuntaria y la interferencia homogénea, los que disminuyen son los relacionados al cambio de orden de los elementos, respecto a los errores de imposibilidad, se mantienen en el mismo porcentaje que los demás grados.

En un estudio realizado acerca del desarrollo de la memoria verbal en niños escolares, se indica que la organización de la información verbal, presenta un salto cualitativo a partir del tercer grado de primaria, se argumenta que esta nueva organización de la memoria se debe posiblemente a la estabilidad de las imágenes internas (Quintanar & López, 1997).

2.4 Electroencefalografía

El EEG es un método de análisis del funcionamiento cerebral no invasivo, que fue descubierto por Hans Berger, un investigador alemán, en 1929. Sin embargo pasaron más de veinte años de olvido hasta que fue redescubierto, posteriormente se realizaron investigaciones escrupulosas y así el método de EEG llegó a ser utilizado en la práctica clínica (Aguilar, 2013).

Actualmente el EEG se considera como el registro de la sumatoria de la actividad bioeléctrica de las neuronas corticales funcionando sincronizadamente. La mayor cantidad de información registrada por el EEG llega desde los potenciales postsinápticos generados en las membranas postsinápticas de las células corticales piramidales, tanto en sus cuerpos como en sus dendritas (Koenig, Studer, Hubl, Melie, & Strik, 2005).

La membrana neuronal está polarizada: en su estado de descanso se puede registrar una carga positiva (exceso de cationes) fuera de la neurona y una carga negativa (exceso de aniones) dentro de la célula. Para diferentes tipos de células, este potencial de membrana varía desde -60 a -70 mV. La disminución del potencial de la neurona se llama despolarización. Los potenciales postsinápticos excitatorios despolarizan las neuronas. Todas las sinapsis tálamo-corticales son glutaminérgicas. Siendo el glutamato el principal mediador de excitación rápida para el cerebro.

El aumento del potencial de la membrana fortaleciendo su polarización se llama hiperpolarización. Los potenciales postsinápticos inhibitorios hiperpolarizan las neuronas. El principal mediador inhibitor rápido es el ácido gamma-aminobutírico (en adelante GABA) (Huang y cols, 2007 c.p Aguilar, 2013).

Los potenciales postsinápticos se generan a partir de los cambios de energía interior al perderse cationes desde el interior de la neurona. Esta energía interior viene desde la parte superior de las capas de la corteza, fuente de la corriente registrada.

En sus inicios el análisis clínico del EEG era realizado por el ojo humano, que es capaz de detectar cambios irritativos al comparar el registro con actividad

espontánea o de fondo. Actualmente se utiliza la Neurometría, que es un método de evaluación cuantitativo de varios parámetros estadísticos de EEG espontáneo multi-canal y de los potenciales evocados relacionados a eventos. El término común para denominar a la Neurometría es “QEEG” que es una abreviación de EEG cuantitativo (Aguilar, 2013).

El análisis cuantitativo no es un remplazo para el análisis clínico del EEG, ya que, el análisis clínico localiza paroxismos o patrones específicos como indicadores de focos de epilepsia en el cerebro y el análisis espectral funciona mejor para buscar disfunciones mínimas en el cerebro de algunos sujetos (Johnstone, Gunkelman, & Lunt, 2005).

2.4.1 Ritmo Alfa

La actividad Alfa, también conocidas como ondas Berger, aparece en áreas corticales, en estado de reposo con ojos cerrados pero todavía despiertos. El ritmo Alfa se encuentra en la corteza occipital y parietal, que se relacionan con áreas de procesamiento visual (Ergenoglu, Demiralp, Bayraktaroglu, Ergen, Beydagi, & Uresin, 2004). En individuos sanos la frecuencia de este ritmo puede variar entre 8 y 12 Hz. En niños, la frecuencia de estos ritmos puede disminuir de 8Hz entre los 7 y 8 años y de 7 Hz entre los 4 y 5 años (Aguilar, 2013).

El ritmo Alfa puede también encontrarse en la corteza sensitivo-motora. Este es el motivo por el que a este ritmo se le denomina sensitivo-motor. Debido a su forma como de arco, también es llamado ritmo *mu*. En individuos sanos la frecuencia de este ritmo en las zona sensitivo-motora es 1Hz más alta que la frecuencia del ritmo occipital.

En el EEG en la condición de ojos abiertos en individuos sanos, podemos encontrar ritmo Alfa en áreas occipitales (O1 Y O2), en áreas parietales (Pz) y en corteza sensitivo-motora (C3 Y C4).

Cuando los ojos están cerrados y la corteza visual se suprime, las neuronas del cuerpo geniculado lateral, que es el núcleo talámico responsable de la transmisión de la información visual, se inhiben por la actividad generada por las

neuronas del núcleo reticular del tálamo, y el ritmo Alfa se puede detectar en las derivaciones occipitales del EEG, es por eso que se piensa que representan la actividad de la corteza visual en un estado de reposo. Estas ondas se atenúan al abrirse los ojos, con la somnolencia y el sueño. Además, se ha demostrado como la actividad Alfa se relaciona con una disminución de la actividad metabólica, mientras que por el contrario, la actividad Beta se correlacionaba con un aumento de la actividad metabólica (Aguilar, 2013).

2.4.2 Ritmo Beta

La actividad Beta es considerada el reflejo de la activación cortical. Si la atención es atraída por un estímulo, neurofisiológicamente se expresará destacando mayor activación de las neuronas corticales, las redes neurales corticales responsables de estos procesos comenzarán a generar oscilaciones rápidas con frecuencias por encima del rango Alfa.

Se ha sugerido que estas elevadas frecuencias (mayores de 12 Hz) en forma de actividad sincrónica de neuronas corticales, parece potenciar las terminaciones sinápticas y por lo tanto generar las bases neurofisiológicas para el almacenamiento de información en la memoria de trabajo (Kropotov, Kropotova, Ponomarev, Polyakov, & Nechaev, 1999). No se debe confundir este tipo de actividad con las ondas Beta tónicas que se observan en algunas ocasiones en áreas corticales que se encuentran irritadas de forma patológica o afectadas en el consumo de drogas como los barbitúricos.

2.4.3 Ritmo Theta

La actividad Theta frontal medial, es uno de los ritmos más lentos, de 4 a 8 Hz. En el montaje referenciado a lóbulos de la oreja la actividad theta se distribuye en las áreas corticales frontales con un pico en Fz. La frecuencia de la actividad frontal media varía de 5 a 7 Hz para los diferentes grupos de sujetos.

En la condición ojos abiertos se observa en un 30% de población joven sana;

pero en espectros relativos disminuye con la edad. En todos los sujetos, la actividad Theta frontal media aumenta de acuerdo al nivel de actividad mental (Inanaga, 1998).

Se ha demostrado que los sujetos con actividad frontal media aumentada se relacionan con puntuaciones de niveles de ansiedad más bajas, mayor grado de extroversión y menor puntuación en las escalas que miden síntomas neuróticos, según escalas clínica del “Maudsley Personality Inventory” (en adelante MPI por sus siglas en ingles) (Inanaga, 1998).

Las ráfagas de actividad Theta se relacionan de forma positiva con la sobrecarga de trabajo cognitivo, con el procesamiento de nueva información y con la resolución de problemas (Klimesch, 1999).

La actividad Theta frontal media también aparece en situaciones de orientación según respuesta, atención dirigida y disposición o actitud para hacer algo.

Hay diversas hipótesis, sobre el origen y la función del ritmo frontal medio Theta, algunas afirman que el ritmo Theta frontal medio es generado en complejas redes del sistema límbico incluyendo hipocampo, tálamo anterior y córtex cingulado (Asada, Fukuda, Tsunoda, Yamaguchi, & Tonoike, 1999). Otra hipótesis afirma que, debido a la complejidad de las redes neuronales, hay probablemente varios generadores del ritmo Theta.

2.5 Análisis del EEG

El EEG, es la suma de diferentes ritmos producidos a diferentes frecuencias por generadores localizados en distintas áreas corticales. El Dr. Moisés Aguilar describe la formulación matemática del EEG de la siguiente manera:

“Suponiendo que tenemos N fuentes de señal o variables (dipolos neuronales que residen en áreas particulares de la corteza y producen determinados ritmos EEG) $s = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$. Si además consideramos el tiempo como una sucesión de puntos

discretos de tiempo t , entonces la dinámica temporal de S_i puede ser considerada una matriz S con N filas (fuentes) y T columnas (intervalos temporales). Supongamos, además, que de acuerdo con las leyes de la física (como la conducción de los potenciales eléctricos de volumen), estas señales de manera casi instantánea se proyectan a la superficie de la cabeza y se mezclan de forma lineal en un electrodo determinado (localización espacial)” (Aguilar, 2013, p. 81).

2.5.1 Cocientes Theta/Beta en el diagnóstico de TDAH

Como ya se ha mencionado el QEEG es capaz de realizar análisis detallados de la actividad eléctrica cerebral. La transformada rápida de Fourier desarrolla un análisis que permite identificar las diferentes bandas de frecuencias, amplitudes y fases de la actividad cerebral de base. A partir de ese análisis, se pueden obtener diferentes cocientes entre bandas Theta/Alfa, Theta/Beta-1 y Theta/Beta-2. Además, se pueden obtener los coeficientes de correlación entre áreas homólogas, para así conocer la similitud entre dos señales. De este procedimiento se obtienen tres elementos, espectro de fase; espectro de coherencia y espectro de potencia cruzada (Delgado-Mejía, Palencia-Avenidaño, Mogollón-Rincón, & Etchepareborda, 2014).

Hasta hace poco, la bibliografía científica en torno al TDAH planteaba poca confiabilidad en patrones electrofisiológicos para establecer el diagnóstico preciso de este trastorno del neurodesarrollo ya que las investigaciones llevadas a cabo no encontraban resultados consistentes y comunes que avalaran un patrón neurofisiológico y neurobioquímico del TDAH (Loo & Barkley, 2005).

Sin embargo, recientemente fue aprobado un sistema de ayuda para la evaluación neuropsiquiátrica basado en el electroencefalograma’ (en adelante NEBA por sus siglas en inglés) para el diagnóstico de este trastorno en niños y adolescentes con TDAH de 6 a 17 años (U.S. Food and Drug Administration (FDA), 2013). Este dispositivo funciona específicamente a través de la medición

de los cocientes Theta/Beta en el QEEG (Snyder, Rugino, Hornig, & Stein, 2015).

Según lo descrito por diferentes autores, el cociente Theta/Beta, obtenido a través de la colocación de un electrodo de contacto en el cuero cabelludo en la región conocida como vértex o su equivalente neurofisiológico (Cz), es superior en niños y adolescentes con TDAH en comparación con grupos controles (Snyder, Rugino, Hornig, & Stein, 2015), lo que permite postularlo como indicador de gran relevancia en el diagnóstico de este trastorno.

Capítulo III

Planteamiento del problema

Diversos estudios de caracterización neuropsicológica realizados desde el enfoque histórico-cultural han destacado el mecanismo psicofisiológico de regulación y control como el de mayor déficit en el TDAH (Quintanar, Solovieva, Gomez, & Sanchez, 2011). Hace tiempo, Barkley (1997) postuló un modelo funcional del TDAH basado en la presencia de un déficit central (trastorno en la inhibición conductual) que está relacionado y afecta el desempeño de las funciones ejecutivas que sustentan la autorregulación.

Distintos hallazgos neuroanatómicos y neurofisiológicos sustentan las premisas del modelo de Barkley para el TDAH, cuya afectación principal parecería relacionada con la participación de los lóbulos frontales y en especial de la corteza prefrontal en los procesos cognitivos y conductuales de estos sujetos (Barkley, 1997). Además, ha sido reportada la diferencia en el tiempo de reacción y en la ejecución entre niños de diferentes edades (mayores y menores de 9 años), en tareas de control inhibitorio (Cobo, 2014).

Desde el punto de vista neurofisiológico, el estudio de las características electroencefalográficas de los pacientes con TDAH ha permitido detectar una lentificación de la actividad en zonas frontales, así como mayor incidencia de actividad epileptiforme (Ricardo-Garcell, 2004). De forma más específica se ha señalado la relación del cociente Theta/Beta como indicador fiable del diagnóstico e identificación del TDAH, además de su discriminación de muestras controles y otros trastornos del neurodesarrollo (Snyder, Rugino, Hornig, & Stein, 2015).

La correlación entre el aumento de actividad Theta y la disminución del metabolismo de la glucosa sostiene la hipótesis de que la activación cortical podría estar disminuida en los pacientes con TDAH (Mann, Lubar, Zimmerman, Miller, & Muenchen, 1992). Aunque Mann y sus colaboradores (1992) apoyan la hipótesis de que el TDAH puede reflejar retraso en la maduración de los sistemas que sostienen la atención, otros autores afirman que este retraso en la maduración

está dado particularmente en las redes inhibitorias frontales (Hermens, Soei, Clarke, Kohn, Gordon, & Williams, 2005).

Actualmente son numerosos los estudios que sustentan una evolución en la sintomatología del TDAH en dirección a la adultez, sin embargo, no son muchos los estudios que realicen un análisis detallado de esta evolución específicamente en lo referente a los procesos inhibitorios, por lo que es importante conocer en que consiste esta evolución y si además se expresa en los patrones electrofisiológicos que caracterizan este trastorno (Benito, 2008) .

Por lo tanto, el objetivo de nuestra investigación fue conocer la relación que existe entre los procesos de inhibición de la respuesta tanto cognitiva como motora, además del cociente Theta/Beta del electroencefalograma en reposo, en niños con TDAH en dos rangos de edades (6 a 8.11; 9 a 12 años) en comparación con niños sanos.

3.1 Preguntas de investigación

General

¿Cuáles son las diferencias en los procesos de inhibición motora y cognitiva y cuál es la diferencia en el cociente Theta/Beta del EEG en reposo, en niños con TDAH en comparación con niños sanos y entre los dos rangos de edad planteados?

Particulares

¿Cuáles son las diferencias en la inhibición de las respuestas de tipo cognitiva en niños con diagnóstico de TDAH en comparación con los niños sanos y entre los dos rangos de edad planteados?

¿Cuáles son las diferencias en la inhibición de las respuestas de tipo motora en niños con diagnóstico de TDAH en comparación con los niños sanos y entre los dos rangos de edad planteados?

¿Cuáles son las diferencias en los cocientes Theta/Beta a través del EEG en reposo, en pacientes con diagnóstico de TDAH en comparación con los niños sanos y entre los dos rangos de edad planteados?

3.2 Objetivos

3.2.1. Objetivo General

Conocer las diferencias en los procesos de inhibición de la respuesta cognitiva y motriz además de la diferencia en el cociente Theta/Beta del EEG en reposo, en niños con TDAH en comparación con un grupo de niños sanos y entre los dos rangos de edad planteados.

3.2.2. Objetivos Específicos⁵⁴

- Identificar las diferencias en tareas de inhibición de respuestas cognitivas en niños con diagnóstico de TDAH comparados con niños sanos y entre los dos rangos de edad planteados.

- Identificar las diferencias en tareas de inhibición de la respuesta motora de los niños con TDAH comparados con niños sanos y entre los dos rangos de edad planteados.

- Identificar la diferencia en el cociente Theta/Beta del EEG en reposo en niños con TDAH comparados con niños sanos y entre los dos rangos de edad planteados.

3.3 Hipótesis de investigación

3.3.1 Hipótesis general

- Si los procesos de inhibición de la respuesta están afectados en los niños con TDAH entonces podremos obtener un peor desempeño en las evaluaciones de procesos inhibitorios en niños con TDAH al compararlos con niños sanos.

- Además se encontrara una alteración del cociente Theta/Beta del EEG en reposo de niños con TDAH.

- Si los síntomas de el TDAH evolucionan al avanzar la edad se deben encontrar diferencias entre los grupos de edad tanto en la valoración de los procesos de inhibición de la respuesta como en el EEG.

3.3.2 Hipótesis específica

- En tareas de inhibición de la respuesta cognitiva los niños con TDAH mostrarán menor número de ejecuciones correctas y mayor número de errores, además de mayor tiempo de reacción que los niños del grupo control.

- En tareas de inhibición de la respuesta motora, los niños con TDAH mostrarán menor número de ejecuciones correctas y mayor número de errores, además de mayor tiempo de reacción que los niños del grupo control.

- En el EEG se confirmaran una negatividad del cociente Theta/Beta del EEG en reposo de los niños con TDAH, además se encontrarán diferencias en el valor del cociente Theta/Beta en los grupos de distintos rangos de edad.

Capítulo IV

Metodología

4.1 Muestra

La muestra se conformó por dos grupos de distintos rangos de edades con diagnóstico previo de TDAH y dos grupos control (niños sanos), dentro de los mismos rangos de edad que los grupos experimentales:

Tabla 5

Datos demográficos de la muestra

	TDAH		SANOS	
	Evaluación cognitiva	EEG	Evaluación cognitiva	EEG
6 a 8.11 años	7	7	8	6
9 a 12 años	10	10	10	6

4.1.1 Criterios de inclusión

Tabla 6

Criterios de inclusión

TDAH	6 a 8.9 años	1. Asistir a una institución escolar urbana oficial. 2. Inadecuado desempeño escolar. 3. Diagnostico previo de TDAH por algún especialista calificado.
	9 a 12 años	
SANOS	6 a 8.9 años	1. Asistir a una institución escolar urbana oficial. 2. Adecuado desempeño escolar.
	9 a 12 años	

4.1.2 Criterios de no inclusión

Tabla 7

Criterios de no inclusión.

TDAH	6 a 8.9 años	1. Presentar antecedentes neurológicos o psicopatológicos. 2. Antecedente de traumatismo craneoencefálico. 3. Peso y talla inadecuados para la edad.
	9 a 12 años	
SANOS	6 a 8.9 años	1. Presentar antecedentes neurológicos o psicopatológicos. 2. Antecedente de traumatismo craneoencefálico. 3. Peso y talla inadecuados para la edad.
	9 a 12 años	

4.2 Diseño de investigación

El diseño es de tipo cuasi-experimental con una sola medición, es decir, a los sujetos de cada uno de los dos grupos, solamente se les realizó un estudio de electroencefalograma y se les evaluó con un conjunto de tareas neuropsicológicas que evalúan la respuesta inhibitoria tanto motora como cognitiva. Posteriormente se procedió al análisis de los resultados obtenidos.

4.3 Materiales e instrumentos

Los instrumentos utilizados se dividen en 4 grupos:

Tabla 8
Instrumentos utilizados

Instrumentos para recabar datos de identificación corroborar que el sujeto cumpla con los criterios de inclusión y características conductuales.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista para familiares de niños con problemas en el desarrollo y/o aprendizaje. • Evaluación neuropsicológica infantil Puebla-Sevilla. (Quintanar, L., Solovieva, Y. y León-Carrión, J., 2011). • Evaluación neuropsicológica del éxito escolar en niños (Solovieva, Y. y Quintanar, L., 2012). • Cuestionario de conducta de CONNERS para profesores. (Conners, C. K. 1997. <i>Conners' Rating Scales-Revised</i>. Toronto, Ontario: Multi-Health Systems.) • Cuestionario de conducta de CONNERS para padres. (Conners, C. K. 1997. <i>Conners' Rating Scales-Revised</i>. Toronto, Ontario: Multi-Health Systems.) • CHIPS "Entrevista para síndromes psiquiátricos en niños y adolescentes referencias".
Instrumentos para valorar respuestas inhibitorias motoras.	<ul style="list-style-type: none"> • Puño - dedo (Christensen, A. L.,1987). • Tapping (Christensen, A. L.,1987). • Golpeteo (Christensen, A. L.,1987). • Prueba verbal de conflictos (Tarea tomada de la Evaluación neuropsicológica infantil Puebla-Sevilla).
Instrumentos para valorar respuestas inhibitorias cognitivas.	<ul style="list-style-type: none"> • Stroop test de colores y palabras (Golden, 2007). • Sol y Luna (Gestardt, Hong & Diamond, 1994). • Stroop animales (Gestardt, Hong & Diamond, 1994). • Hayling test (Burguess & Shallice, 1997). • 5 dígitos (Sedo, 2005).
Instrumento para valorar actividad electroencefalografica.	<ul style="list-style-type: none"> • Un equipo Brayn Vision ActiCHamp de 64 canales.

4.4 Análisis de datos

Para analizar los datos obtenidos de la valoración de los procesos inhibitorios se analizaron las respuestas correctas, y el tiempo de respuesta, se empleó un análisis U de Mann Whitney para evaluar las diferencias entre los grupos con TDAH y sus respectivos grupos control.

Los datos electroencefalográficos se analizaron a través de la transformada discreta de Fourier y se obtuvieron cinco bandas de frecuencia: Delta (0,5-3,5 Hz), Theta (4,0-7,5 Hz), Alfa (8,0-12,5 Hz), Beta-1 (13,0-17,5 Hz) y Beta-2 (18,0-25,0 Hz), con lo cual se realizó un análisis espectral de potencias. Para los propósitos del estudio, sólo se incluyen los resultados de las potencias de las bandas, Beta-1 y Beta-2, cociente Theta/Beta-1 y Theta/Beta-2.

4.5 Procedimiento

La primera etapa consistió en la selección de la muestra, los pacientes fueron capturados por medio de la Unidad de Neuropsicología del Hospital Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y del servicio de Desarrollo Integral de la Familia (en adelante DIF) de la ciudad de Puebla.

Se realizó una invitación verbal a los padres o tutores de los posibles candidatos para participar en el proyecto de investigación, en donde se detallaron los objetivos del protocolo, las fases e implicaciones. Una vez que aceptaron participar, se les pidió que firmaran el consentimiento informado.

Posterior a esto se realizó la primera etapa de la valoración, la cual se llevó a cabo en un aula libre de ruido y distracciones, con una duración de aproximadamente 180 minutos. Esta etapa consistió en la aplicación de entrevista para familiares, un *screening* neuropsicológico y la entrega de cuestionarios de conducta para padres, profesores y el propio paciente; los cuestionarios evaluaban la presencia de los síntomas característicos del TDAH.

Una vez determinado que los participantes cumplían con los criterios buscados, fueron seleccionados como parte del protocolo de investigación.

La segunda etapa consistió en la aplicación de los protocolos para la valoración de la respuesta inhibitoria cognitiva y motora.

Por último se realizó un EEG, utilizando un equipo Brain Vision ActiCHamp de 32 canales. El estudio se desarrolló en reposo, en vigilia, con los ojos cerrados por 5 minutos y con los ojos abiertos por 5 minutos. El paciente se encontraba sentado, en un ambiente con luz tenue. Se seleccionaron 30 segmentos de 2 segundos libre de grafoelementos patológicos, movimientos oculares y artefactos.

Al finalizar la evaluación se proporcionó a los padres un reporte neuropsicológico con los resultados de la valoración de cada uno de los niños y se procedió al análisis de datos.

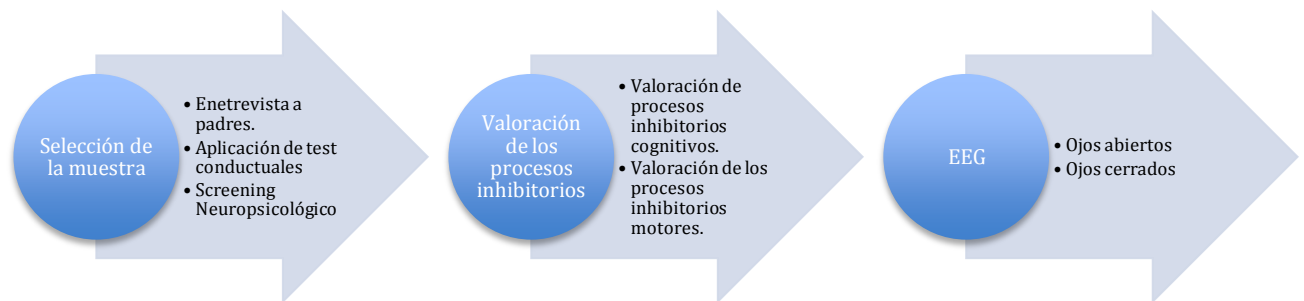


Figura 6. Procedimiento de la investigación.

Capítulo V

Resultados

Los resultados indican que, de manera general, los niños con TDAH tienen una capacidad inhibitoria deficiente comparados con el grupo control. Sin embargo, no todas las diferencias fueron estadísticamente significativas. A continuación se presentan detenidamente los resultados de cada prueba.

5.1 Inhibición motora

En el tiempo de ejecución de la tarea de Puño-Dedo, se encontró que el grupo de Control 9-12 (Md=37s) tuvo menor tiempo de ejecución que el grupo con TDAH 9-12 (Md=46s), las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=.00$). El grupo Control 6-8.9 (Md=39s) presentó menor tiempo de ejecución que el grupo de TDAH 6-8.9 (Md=52s) sin embargo estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=.323$).

En la tarea de Tapping no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p=.579$) en el tiempo de ejecución entre el grupo Control 9-12 (Md=34s) y el grupo TDAH 9-12 (Md=35s). Pero sí se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p=.011$) entre el grupo Control 6-8.9 (Md=37s) y el grupo TDAH 6-8.9 (Md=46s).

Hablando de la tarea de Golpeteo, se encontró que el grupo Control 9-12 (Md=31s) presentó mayor tiempo de ejecución comparado con el grupo TDAH 9-12 (Md=26s), estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=.043$). A la inversa el grupo Control 6-8.9 (Md=31s) presentó menor tiempo de ejecución que el grupo TDAH 6-8.9 (Md=35s) las diferencias entre estos grupos no fueron estadísticamente significativas ($p=.072$).

Por último, en la tarea Verbal de conflicto se encontró que el grupo Control 9-12 (Md=43s) presentó menor tiempo de ejecución que el grupo TDAH 9-12 (Md=54s), estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=.035$). De

igual forma el grupo Control 6-8.9 (Md=49s), también presentó menor tiempo de ejecución que el grupo TDAH 6-8.9 (Md=71s) resultando diferencias estadísticamente significativas ($p=.018$).

En conclusión, podemos resaltar que existen diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de ejecución entre los grupos de rango de edad 6 a 8.9 años en las tareas de *tapping* y verbal de conflicto, por otra parte al comparar los grupos de rangos de edad mayor, 9 a 12 años se encontraron diferencias significativas en el tiempo de ejecución en las tareas puño-dedo, golpeteo y verbal de conflicto.

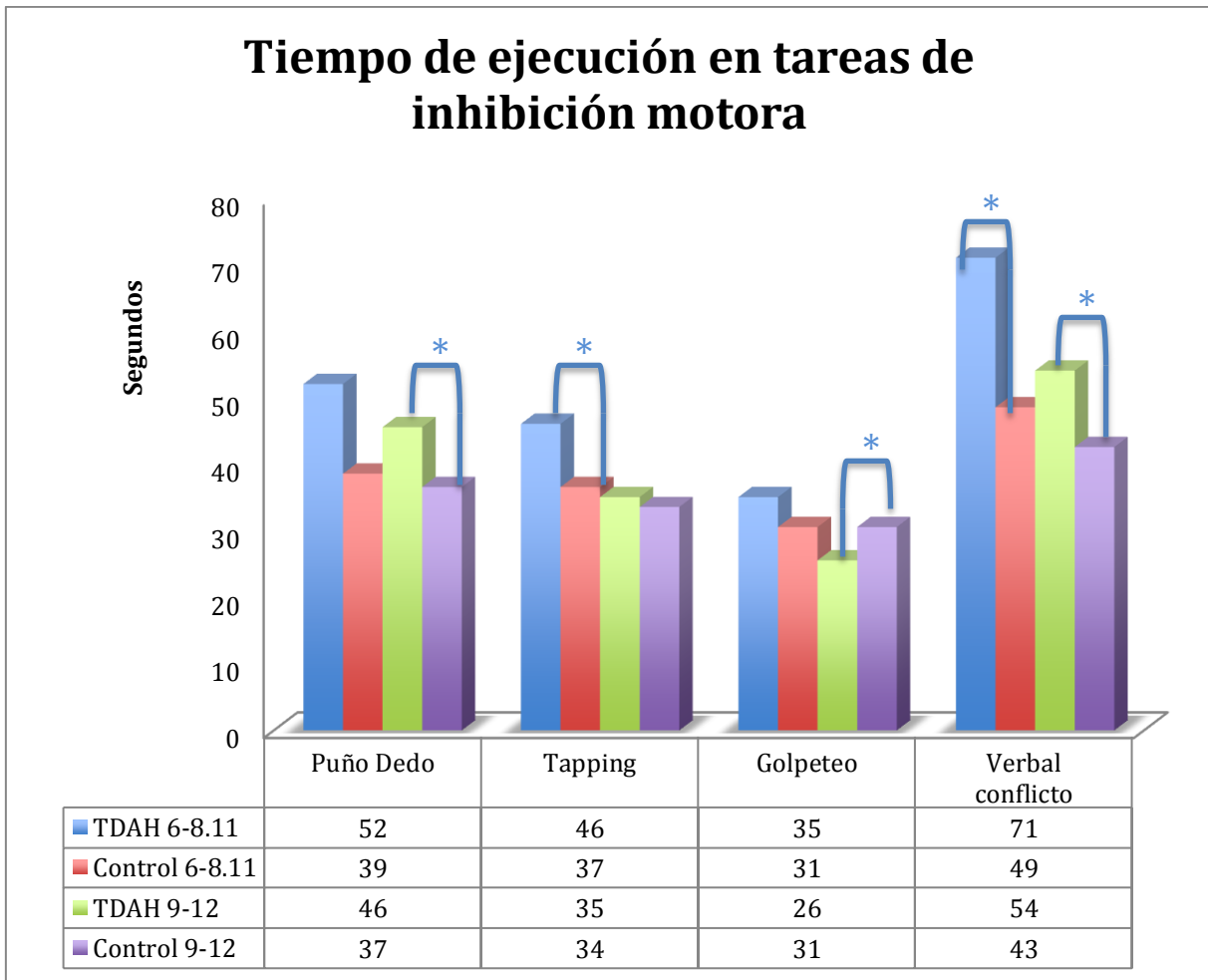


Figura 7. Tiempo de ejecución en tareas de inhibición motora.

Por otro lado, en el porcentaje de respuestas correctas en la tarea de Puño-Dedo, se encontró que el grupo de Control 9-12 tuvo mejores ejecuciones (Md=95) en comparación con el grupo TDAH 9-12 (Md=78), diferencias que resultaron ser estadísticamente significativas ($p=.002$), además el grupo Control 6-8.9 (Md=90) también obtuvo mejores ejecuciones que el grupo TDAH 6-8.9 (Md=75), sin embargo estas diferencias resultaron no ser estadísticamente significativas ($p=.323$).

Al analizar el porcentaje de respuestas correctas de la tarea de Tapping, el grupo Control 9-12 (Md=98) presentó ejecuciones similares al grupo TDAH 9-12 (Md=98), no mostrando diferencias significativas ($p=.579$) entre grupos; además el grupo Control 6-8.9 (Md=95) presentó mejores ejecuciones que el grupo TDAH 6-8.9 (Md=85) resultando estas diferencias estadísticamente significativas ($p=.011$).

Hablando de la tarea de Golpeteo se observó que no hubo diferencias entre los grupos Control de 9-12 (Md=100) y el grupo TDAH 9-12 (Md=100), ($p=.195$); en cambio, el grupo Control 6-8.9 (Md=98) presentó diferencias significativas en comparación con el grupo TDAH 6-8.9 (Md=85), ($p=.007$).

Por último, en la ejecución de la tarea Verbal de conflicto, no se observaron diferencias entre el grupo Control 9-12 (Md=97.5) y el grupo TDAH 9-12 (Md=95), ($p=.106$); pero sí observamos diferencias significativas entre el grupo Control 6-8.9 (Md=90) y el grupo TDAH 6-8.9 (Md=75), ($p=.053$).

Por lo anterior podemos llegar a la conclusión de que las tareas de inhibición motora son especialmente sensibles en el rango de edad de 6 a 8.9 años. Destacando la tarea de Puño- Dedo como la única sensible para ambos rangos de edad.

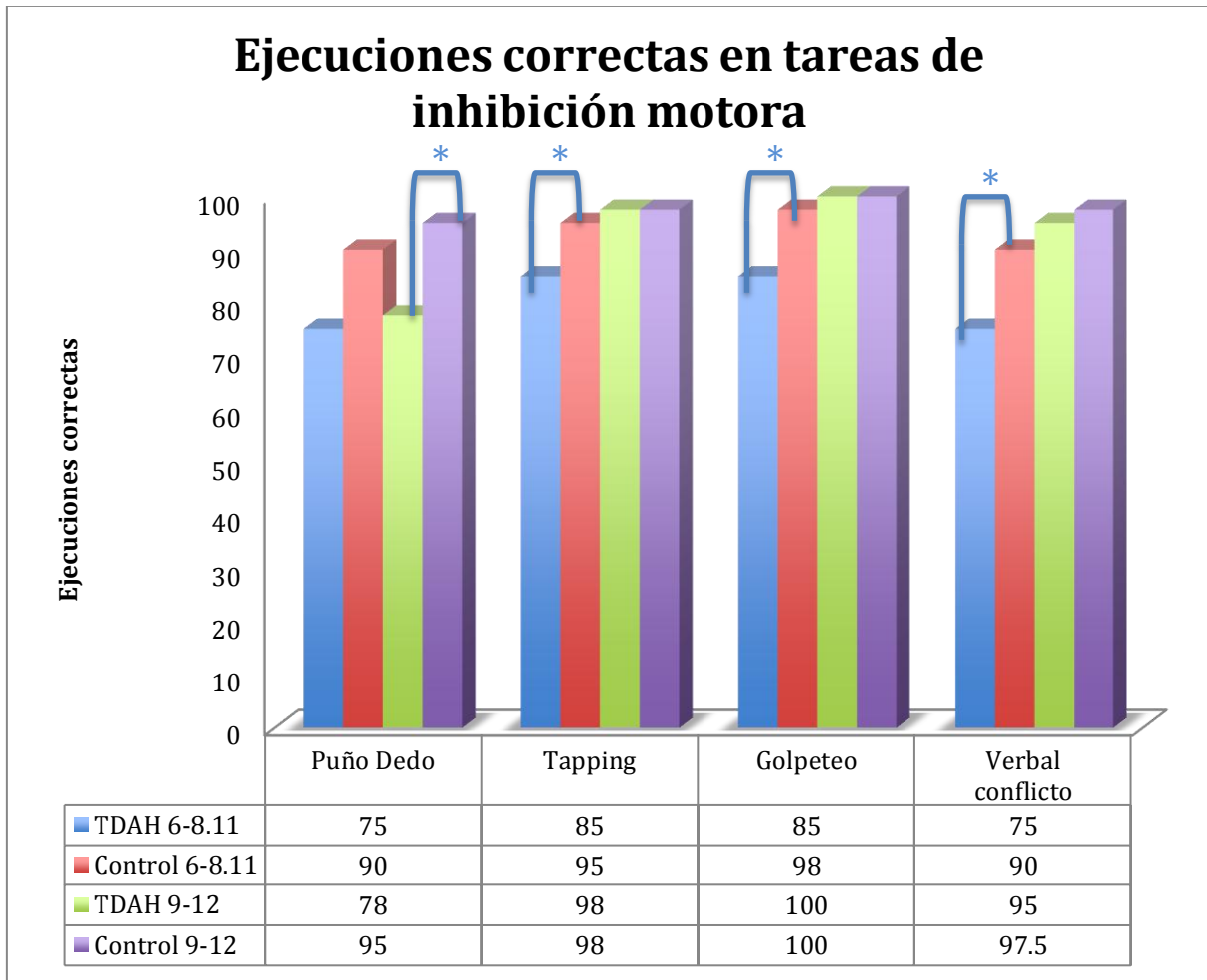


Figura 8. Ejecuciones correctas en tareas de inhibición motora.

5.2 Inhibición cognitiva

Referente al tiempo de ejecución en la tarea de *stroop* de palabras, se encontró que el grupo de Control 9-12 (Md=173s) tuvo menor tiempo de ejecución que el grupo con TDAH 9-12 (Md=211s), sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=.089$). El grupo Control 6-8.9 (Md=199s) también presentó menor tiempo de ejecución que el grupo de TDAH 6-8.9 (Md=278s), resultando estas, diferencias significativas ($p=.024$).

En la tarea de *stroop* Sol y Luna, se observó que el grupo Control 9-12 (Md=59s) presenta menor tiempo de ejecución que el grupo TDAH 9-12 (Md=67s)

diferencias que no fueron estadísticamente significativas ($p=.393$). Entre el grupo Control 6-8.9 (Md=72s) y el grupo TDAH 6-8.9 (Md=102s), tampoco se encontraron diferencias significativas ($p=.064$).

Para la tarea de *stoop* animales, se observó que en el grupo Control 9-12 (Md=36s) presentó menores tiempos de ejecución que el grupo TDAH 9-12 (Md=40s), diferencias que no son estadísticamente significativas ($p=.739$). Entre el grupo Control 6-8.9 (Md=67s) y el grupo TDAH 6-8.9 (Md=113s) las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=.049$).

Al evaluar la tarea *Hayling Test* se encontró que en el grupo Control 9-12 (Md= 106s) los tiempos de ejecución fueron muy cercanos a los obtenidos por el grupo TDAH 9-12 (Md=100s), por consecuencia estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=.631$). El tiempo de ejecución del grupo Control 6-8.9 (Md=115s) fue menor en comparación a la del grupo TDAH 6-8.9 (Md=139s), sin embargo, no hubo significación estadística en estas diferencias ($p=.132$).

Por último, en la tarea de dígitos, se encontró que el grupo Control 9-12 (Md=111s) presentó tiempos de ejecución muy similares al grupo TDAH 9-12 (Md=107s) por lo tanto estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=.796$). Por otra parte el grupo Control 6-8.9 (Md=164s) presentó menores tiempos de ejecución comparado con el grupo TDAH 6-8.9 (Md=184s), diferencias que tampoco resultaron significativas ($p=.247$).

De los resultados descritos podemos observar una tendencia a ejecutar de forma similar entre el grupo TDAH 9-12 y sus controles, ya que no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las tareas. Las principales diferencias fueron encontradas en los tiempos de respuesta entre los grupos TDAH 6-8.9 y sus controles en las tareas *stroop* palabras y *stroop* animales.

Tiempo de ejecución en tareas de inhibición cognitiva

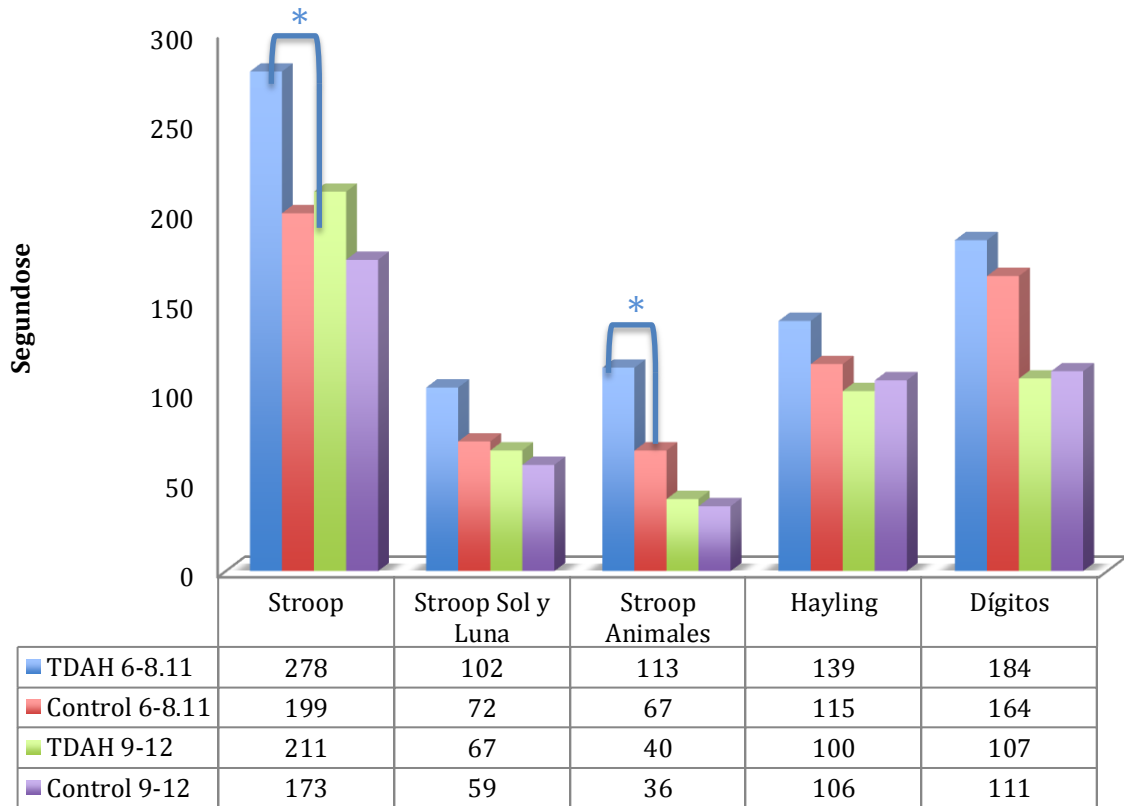


Figura 9. Tiempo de ejecución en tareas de inhibición cognitiva.

Ahora bien, en el porcentaje de respuestas correctas en la tarea de *stroop* de palabras, se observó que el grupo Control 9-12 tuvo ejecuciones muy similares (Md=92.5) al grupo TDAH 9-12 (Md=94.5), estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=.494$); por el contrario, el grupo Control 6-8.9 (Md=93) obtuvo mejores ejecuciones que el grupo TDAH 6-8.9 (Md=87), estas diferencias si resultaron estadísticamente significativas ($p=.023$).

Respecto a la tarea de *stroop* Sol y Luna se encontró que el grupo Control 9-12 (Md=93.8) presentó ejecuciones similares al grupo TDAH 9-12 (Md=94.6), por lo tanto las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=.969$); en cambio, el grupo Control 6-8.9 (Md=96.9) presentó mejores ejecuciones que el grupo TDAH 6-8.9 (Md=90.7) y las diferencias entre estos grupos fueron estadísticamente significativas ($p=.006$).

En los porcentajes de ejecución de la tarea *stroop* Animales se encontró que el grupo Control 9-12 (Md=100) presentó ejecuciones similares a las del grupo TDAH 9-12 (Md=100), las diferencias entre grupos no fueron estadísticamente significativas ($p=.304$); en cambio, el grupo Control 6-8.9 (Md=100) presentó ejecuciones ligeramente superiores al grupo TDAH 6-8.9 (Md=97.5). Las diferencias entre grupos no fueron estadísticamente significativas ($p=.374$).

En la tarea de *Hayling Test*, se encontró que el grupo Control 9-12 (Md=85.7) obtuvo ejecuciones iguales a las del grupo TDAH 9-12 (Md=85.7), ($p=.535$). Además, se observó que el grupo Control 6-8.9 (Md=92.8) aunque obtuvo ejecuciones superiores al grupo TDAH 6-8.9 (Md=57.1), estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=.061$).

Por último, en la tarea de dígitos, se encontró que el grupo Control 9-12 (Md=93) obtuvo ejecuciones ligeramente superiores al grupo TDAH 9-12 (Md=91), las diferencias encontradas no fueron significativas ($p=1.00$). Además, se observó que el grupo Control 6-8.9 (Md=95.5) también obtuvo ejecuciones superiores al grupo TDAH 6-8.9 (Md=90); las diferencias encontradas entre grupos no fueron estadísticamente significativas ($p=.270$).

A partir de los datos obtenidos podemos observar que en el rango de edad 9 a 12 años, ninguna tarea fue sensible a las diferencias de los grupos. Por otra parte los grupos de 6 a 8.9 años solo presentaron diferencias significativas en sus ejecuciones en las tareas *stroop* palabras y *stroop* Sol y Luna.

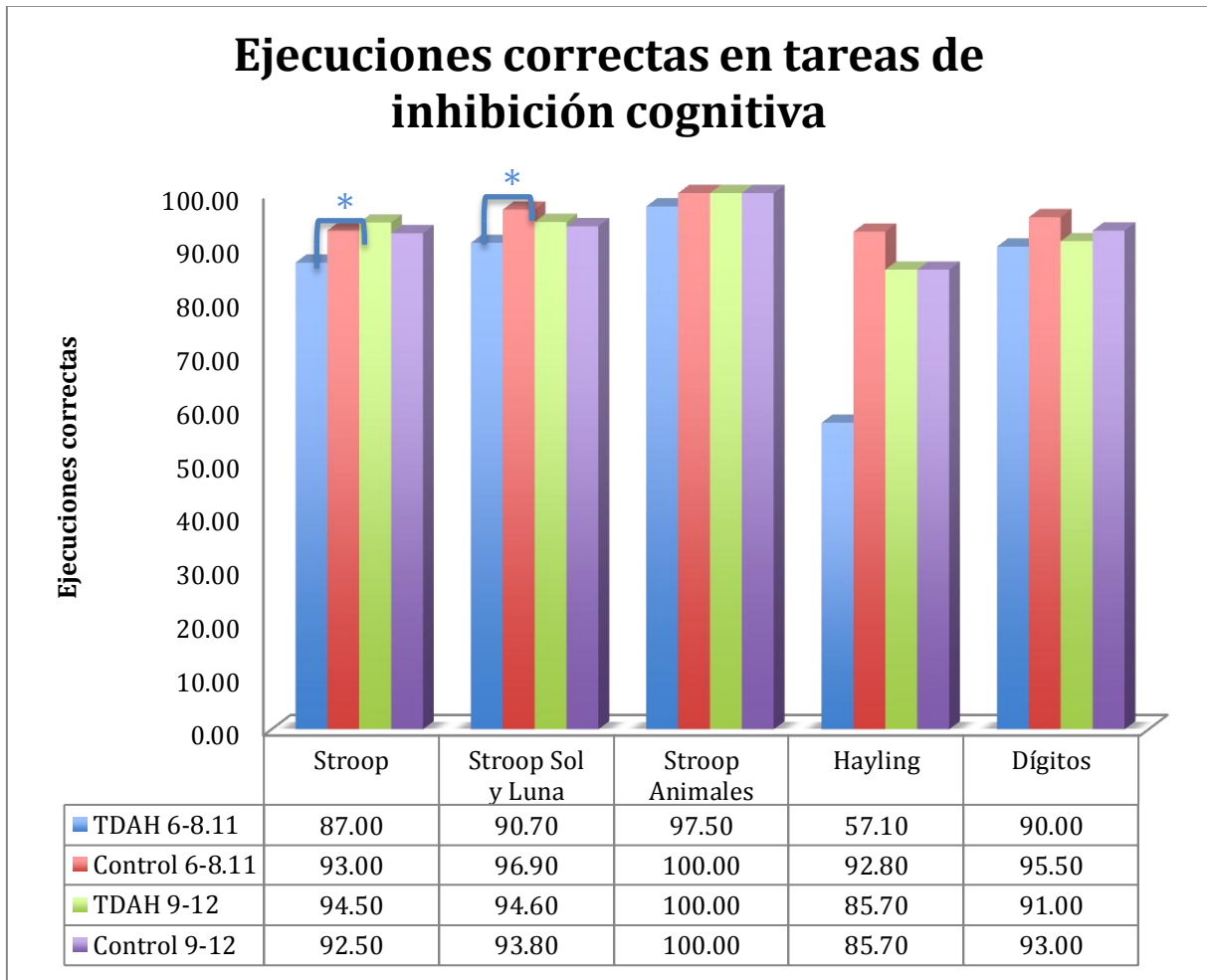


Figura 10. Ejecuciones correctas en tareas inhibición cognitiva.

5.3 Electroencefalograma

Para obtener los resultados del electroencefalograma, se analizaron las medias de los cocientes de potencia tanto absoluta como relativa de Theta/Beta1 (4 -7.9/12-15 Hz), de igual forma se analizaron las potencia tanto absoluta como relativa de Theta/Beta2 (4 -7.9/15-22 Hz), obtenidas por cada electrodo del registro en las condiciones de reposo con ojos abiertos y con ojos cerrados.

Con la finalidad de analizar las diferencias encontradas por zonas funcionales se agruparon los resultados de los electrodos como se explica en la siguiente tabla.

Tabla 9

Electrodos analizados por zona cerebral

Zonas	Electrodos
Frontopolar	Fp1 y Fp2
Frontal	F7, F3, Fz, F4 y F8
Central	C3, FC5, FC1, FC2, FC6 y C4
Temporal	FT9, FT10, T7, T8, TP9 y TP10
Parietal	CP5, C1, C2, CP6, P7, P3, Pz, P4 y P8
Occipital	O1, Oz y O2

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en los electrodos C3, C4, Cp1, F4, F8, FC2, FC6, FT9, Fp1, Fp2, Fz, O1, Oz, T8, TP10 y TP9; los cuales fueron señalados en la siguiente tabla.

Tabla 10

Estadísticos de contraste

Electrodo	X2	Gl	P-valor
C3	10.867	3	0.012*
C4	15.590	3	0.001*
Cp1	19.563	3	0.000*
Cp2	5.191	3	0.158
Cp5	1.149	3	0.765
Cp6	6.557	3	0.087
F3	1.388	3	0.708
F4	21.642	3	0.000*
F7	7.051	3	0.070
F8	13.047	3	0.005*
FC1	3.995	3	0.262
FC2	10.011	3	0.018*
FC5	.997	3	0.802
FC6	10.546	3	0.014*
FT10	2.492	3	0.477
FT9	12.459	3	0.006*
Fp1	19.289	3	0.000*
Fp2	23.896	3	0.000*
Fz	9.507	3	0.023*
O1	12.317	3	0.006*
O2	6.377	3	0.095
Oz	15.984	3	0.001*
P3	2.024	3	0.567
P4	6.361	3	0.095
P7	1.507	3	0.681
P8	5.501	3	0.139
Pz	1.177	3	0.758

T7	3.257	3	0.354
T8	12.565	3	0.006*
Tp10	10.757	3	0.013*
Tp9	20.678	3	0.000*

La tabla 11 presenta las medias por zonas y por condición de los distintos grupos evaluados en este estudio.

Tabla 11

Resultados de electroencefalograma en ojos cerrados en los cocientes Potencia Absoluta Theta/Beta1, Potencia Absoluta Theta/Beta2, Potencia Relativa Theta/Beta1 y Potencia Relativa Theta/Beta2 promediados para obtener un resultado por zona

Ojos cerrados						
Potencia Absoluta Theta/Beta1						
	Frontopolar	Frontal	Central	Temporal	Parietal	Occipital
TDAH 6-8.11	5.29755E+18	5.29914E+18	5.30152E+18	5.30046E+18	5.30615E+18	5.31291E+18
TDAH 9-12	5.29788E+18	5.30178E+18	5.30628E+18	5.30027E+18	5.30673E+18	5.30114E+18
Control 6-8.11	5.31083E+18	5.32564E+18	5.32592E+18	4.91664E+18	5.47104E+18	5.48698E+18
Control 9-12	5.30052E+18	5.28987E+18	4.82008E+18	5.29606E+18	5.29594E+18	5.28424E+18
Potencia Absoluta Theta/Beta2						
	Frontopolar	Frontal	Central	Temporal	Parietal	Occipital
TDAH 6-8.11	5.29755E+18	5.29914E+18	5.30152E+18	5.30046E+18	5.30615E+18	5.31291E+18
TDAH 9-12	7.20887E+18	7.20888E+18	7.20309E+18	7.21072E+18	7.20747E+18	7.04935E+18
Control 6-8.11	7.22405E+18	7.23933E+18	5.94417E+18	7.22692E+18	7.24199E+18	7.31035E+18
Control 9-12	7.20799E+18	6.48166E+18	7.18835E+18	6.83366E+18	7.22381E+18	6.74249E+18
Potencia Relativa Theta/Beta1						
	Frontopolar	Frontal	Central	Temporal	Parietal	Occipital
TDAH 6-8.11	5.29755E+18	5.29914E+18	5.30152E+18	5.30046E+18	5.30615E+18	5.31291E+18
TDAH 9-12	5.2978E+18	5.30178E+18	5.30628E+18	5.30027E+18	5.30673E+18	5.30114E+18
Control 6-8.11	5.31083E+18	5.32564E+18	5.32592E+18	4.91664E+18	5.47104E+18	5.48698E+18
Control 9-12	5.30052E+18	5.28987E+18	4.82008E+18	5.29606E+18	5.29594E+18	5.28424E+18
Potencia Relativa Theta/Beta2						
	Frontopolar	Frontal	Central	Temporal	Parietal	Occipital
TDAH 6-8.11	7.20925E+18	7.21187E+18	7.21066E+18	7.21301E+18	7.22118E+18	7.21601E+18
TDAH 9-12	7.20887E+18	7.20888E+18	7.20309E+18	7.21072E+18	7.20747E+18	7.04935E+18
Control 6-8.11	7.22405E+18	7.23933E+18	5.94417E+18	7.22692E+18	7.24199E+18	7.31035E+18
Control 9-12	7.20799E+18	6.48166E+18	7.18835E+18	6.8336E+18	7.22381E+18	6.74249E+18

Ojos abiertos						
Potencia Absoluta Theta/Beta1						
	Frontopolar	Frontal	Central	Temporal	Parietal	Occipital
TDAH 6-8.11	5.2953E+18	5.29636E+18	5.29815E+18	5.29707E+18	5.17569E+18	5.30188E+18
TDAH 9-12	5.29586E+18	5.29631E+18	5.30175E+18	5.29828E+18	5.29269E+18	5.29981E+18
Control 6-8.11	5.30741E+18	5.0518E+18	4.99984E+18	4.92596E+18	5.06104E+18	4.62087E+18
Control 9-12	7.17153E+18	7.20073E+18	7.19446E+18	7.20661E+18	7.20318E+18	7.19143E+18
Potencia Absoluta Theta/Beta2						
	Frontopolar	Frontal	Central	Temporal	Parietal	Occipital
TDAH 6-8.11	7.15147E+18	7.2004E+18	7.20399E+18	7.20745E+18	7.21098E+18	7.19951E+18
TDAH 9-12	7.19612E+18	7.20624E+18	7.07974E+18	7.20999E+18	7.1254E+18	7.20423E+18
Control 6-8.11	7.22106E+18	7.24218E+18	7.21673E+18	7.2339E+18	7.25367E+18	7.31236E+18
Control 9-12	7.19231E+18	7.15234E+18	7.1984E+18	7.02912E+18	7.13331E+18	6.76865E+18
Potencia Relativa Theta/Beta1						
	Frontopolar	Frontal	Central	Temporal	Parietal	Occipital
TDAH 6-8.11	5.2953E+18	5.29636E+18	5.29815E+18	5.29707E+18	5.17569E+18	5.30188E+18
TDAH 9-12	5.29586E+18	5.29631E+18	5.30175E+18	5.29828E+18	5.29269E+18	5.29981E+18
Control 6-8.11	5.30642E+18	5.31648E+18	5.31165E+18	5.32342E+18	5.35715E+18	5.33418E+18
Control 9-12	4.10631E+18	5.10894E+18	5.29132E+18	5.28958E+18	5.30057E+18	5.17321E+18
Potencia Relativa Theta/Beta2						
	Frontopolar	Frontal	Central	Temporal	Parietal	Occipital
TDAH 6-8.11	7.20855E+18	7.20666E+18	7.19592E+18	7.20671E+18	7.21503E+18	7.09254E+18
TDAH 9-12	7.19612E+18	7.20624E+18	7.07974E+18	7.20999E+18	7.1254E+18	7.20423E+18
Control 6-8.11	7.22106E+18	7.24218E+18	7.21673E+18	7.2339E+18	7.25367E+18	7.31236E+18
Control 9-12	7.19074E+18	6.81701E+18	7.18115E+18	6.53634E+18	7.07206E+18	6.74452E+18

De acuerdo a los resultados observados, uno de los marcador más representativo de diferencias entre grupos se encuentra en el cociente de potencia absoluta Theta/Beta2 en el registro de electroencefalograma en reposo con ojos cerrados. Las diferencias se observan para los dos rangos de edad en las zonas frontal, temporal y occipital, además de diferencias en el rango de edad de 6 a 8.9 años en las zonas frontopolar y parietal.

Por otra parte, encontramos diferencias en el cociente de Potencia absoluta Teta/Beta1 en el electroencefalograma en reposo con ojos abiertos. Las diferencias se observaron para los dos rangos de edad en zonas Centrales, Temporales y Occipitales; por otra parte, se observaron diferencias

estadísticamente significativas solamente en el rango de edad de 9 a 12 años en las zonas Frontopolares, Frontales y Parietales. Podemos concluir que en este marcador se encontraron diferencias en todas las áreas en el rango de edad 9 a 12 y solo en algunas en el rango de edad menor.

Capítulo VI

Discusión

6.1 Procesos inhibitorios

En esta investigación, observamos una clara tendencia en menores tiempos de ejecución en los grupos controles en comparación con sus pares experimentales. Sin embargo, para el rango de edad 9 a 12 años, solo resultaron un indicador sensible para diferenciar entre grupos las tareas de inhibición motora. En el caso de el rango de edad 6 a 8.9 años de edad los tiempos de ejecución de las tareas *tapping*, Verbal de conflicto, *stroop* palabras y *stroop* animales, resultaron sensibles para diferenciar a los sujetos del grupo control en contraste con el grupo experimental.

Referente al porcentaje de ejecuciones correctas, en el rango de edad de 9 a 12 años, solamente la tarea de puño-dedo fue sensible para diferenciar el grupo experimental del grupo control. Por otra parte en el rango de edad de 6 a 8.9 años de edad todas las tareas de inhibición motora, además de las tareas *stroop* palabras y *stroop* sol y luna, correspondientes a las tareas de inhibición cognitiva mostraron sensibilidad para diferenciar a los grupos controles de los experimentales.

En la tabla 7 se muestran las evaluaciones que presentaron diferencias significativas en los distintos rangos de edad. Esta información también muestra una posible curva de desarrollo de los procesos inhibitorios a lo largo de estos dos rangos de edad, además indica el momento en el cual podemos encontrar diferencias en determinadas pruebas al evaluar menores con posible diagnóstico de TDAH, se puede señalar que son los procesos de inhibición cognitiva los que primero se normalizan quedando al final los tiempos de ejecución en tareas de inhibición motora.

Tabla 12

**Tareas con diferencias significativas entre grupos
en los distintos rangos de edad**

Diferencias Tdah vs control 9-12	-Puño-Dedo -Golpeteo -Verbal de conflicto	-Puño-Dedo		
Diferencias Tdah vs control 6-8.9	-Tapping -Verbal de conflicto	-Tapping -Golpeteo -Verbal de conflicto	Stroop palabras Stroop Sol y Luna	Stroop palabras Stroop animales
	Inhibición motora tiempo de respuesta	Inhibición motora ejecuciones	Inhibición cognitiva ejecuciones	Inhibición cognitiva tiempo de respuesta

Esta curva de desarrollo es coincidente con un momento importante en el desarrollo del sistema nervioso, la completa mielinización de las neuronas gliales, de las comisuras cerebrales a los 9 años (Thatcher, Walker, & Giudice, 1987). Este momento se ha correlacionado en diversas investigaciones con estadios del desarrollo cognitivo muy específicos, entre ellos, etapas del desarrollo del lenguaje (Azcoaga, 1997) & (Flores, 2001), la consolidación de las imágenes internas (Jimenez, 2000), mejora significativa en tareas relacionadas con la regulación y el control de la actividad, atención, estado de alerta y retención audio-verbal (Loredo, 2008).

Además, diversos autores coinciden en que una de las principales características encontradas en los niños con TDAH en comparación con niños sanos en la ejecución de tareas que evalúan los procesos inhibitorios, es la presencia de diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de ejecución (Berger, Alyagon, Hadaya, Atzaba-Poria, & Auerbach, 2013).

Cobos (2014) ya había señalado la disminución en los tiempos de ejecución en tareas de inhibición cognitiva en escolares sanos conforme aumentaba la edad de los menores evaluados.

De estos resultados podemos inferir que los menores con TDAH, aunque

tardíamente, en algún momento entre los 9 y los 12 años, llegan a desarrollar una habilidad similar a la de sus pares sanos, referente a los tiempos de ejecución en tareas de inhibición cognitiva y al porcentaje de ejecuciones correctas en todas las tareas utilizadas en esta investigación.

Una posible explicación para esto podría ser encontrada si nos enfocamos en las leyes del desarrollo del sistema nervioso propuestas por Vigotsky (1995). La primera ley del desarrollo se denominó el paso de las funciones hacia arriba. Vigotsky nos señalaba que las funciones motoras se realizan en un inicio en los centros inferiores (estructuras subcorticales) y durante el desarrollo del niño estas mismas funciones pasan hacia arriba, es decir, comienzan a realizarse en los centros superiores. Por lo que podemos suponer que aunque un menor presente un atraso en su desarrollo, este de igual forma seguirá el mismo rumbo, llegando aunque tardíamente, al mismo lugar que sus pares sanos.

De igual forma la segunda ley consiste en que, durante el paso de las funciones hacia arriba, los centros inferiores que antes realizaban esta función no se separan totalmente de dicha función, sino que se conservan como una instancia subordinada a la actividad de los centros superiores. Los centros inferiores así no perdían su relación con esta función, sino que pierden su independencia. La tercera ley nos señala la emancipación de los centros nerviosos. De acuerdo a esta ley en los pacientes se observan formas motoras, formas de funciones sensoriales, formas del lenguaje y del pensamiento, las cuales hemos observado en las etapas tempranas de desarrollo como formas naturales, gracias a que en la debilidad funcional de los centros superiores la realización de esta función se garantiza por la actividad de centros inferiores.

Si consideramos que los procesos inhibitorios presentan un retraso en su desarrollo en los pacientes con TDAH, podríamos comprender que los menores presenten un desempeño “inmaduro” para su edad en las ejecuciones y tiempos de respuesta esperados que eventualmente se normalizan.

Lo anterior coincide con lo propuesto con Russel A. Barkley (1997), quien propone al TDAH como un retraso particularmente en el desarrollo de los procesos de inhibición de respuesta.

Este autor considera que la inhibición conductual es esencial para el funcionamiento eficaz de las funciones ejecutivas, que controlan a su vez al sistema motor en el inicio y la realización de las conductas dirigidas a una meta y orientadas hacia el futuro.

Si de acuerdo a su teoría, la inhibición conductual es crítica para el adecuado funcionamiento de las otras FE (la memoria de trabajo no verbal, la internalización del habla o memoria de trabajo verbal, la auto-regulación de afecto/motivación/activación, y la reconstitución), resulta entonces esperado que el retraso en el desarrollo de los procesos inhibitorios tenga un impacto posterior en el desarrollo no adecuado del resto de las FE, por lo que los pacientes seguirán presentando un grupo de características que los señalan como pacientes con TDAH.

Vigotsky (1995) hace hincapié en las diferencias entre una afectación adquirida durante el desarrollo y una afectación en la edad adulta, ya que la primera modifica el desarrollo de el resto de funciones psicológicas superiores y la segunda, modifica el funcionamiento solamente de la función afectada.

Algunos autores sugieren que las principales alteraciones relativas a las funciones ejecutivas encontradas en los adultos con TDAH son: alteración en la respuesta de inhibición, en la capacidad de planificación, dificultades en la flexibilidad cognitiva y la fluidez verbal, y dificultades en memoria de trabajo, que incluye aspectos de memoria de trabajo espacial y de memoria lógica o visual (Rodríguez-Jiménez, Cubillo, Jiménez-Arriero, Ponce, Aragüés-Figuero & Palomo, 2006).

Por último, anteriormente se mencionó que existían, dentro de las principales escuelas neuropsicológicas contemporáneas, marcadas diferencias en la forma de explicar la naturaleza propia de los procesos inhibitorios.

- 1) La inhibición como un mecanismo generalizado. □
- 2) La inhibición como un conjunto de procesos independientes. □

Los resultados encontrados en este estudio apoyan la segunda alternativa que propone la existencia de un conjunto de procesos independientes que tienen características propias, ya que los procesos inhibitorios no siguen una misma

trayectoria de desarrollo, sino que evolucionan de manera distinta para tratar con las diferentes fuentes de información (Harnishfeger, 1995).

Finalmente, los resultados aquí obtenidos respaldan las investigaciones que han obtenido bajas correlaciones entre diferentes medidas de inhibición, suponiendo que estos resultados se deben a el hecho de que son procesos independientes los que se evalúan (López, 2007).

6.2 Electroencefalograma

Como ya se mencionó, recientemente fue aprobado un sistema de ayuda para la evaluación neuropsiquiátrica basado en el electroencefalograma para el diagnóstico de este trastorno en niños y adolescentes con TDAH de 6 a 17 años (U.S. Food and Drug Administration (FDA), 2013). Este dispositivo funciona específicamente a través de la medición de los cocientes Theta/Beta en el QEEG (Snyder, Rugino, Hornig, & Stein, 2015).

De acuerdo a estas investigaciones, el cociente Theta/Beta es superior en niños y adolescentes con TDAH en comparación con grupos controles (Snyder, Rugino, Hornig, & Stein, 2015), lo que permite postularlo como indicador de gran relevancia en el diagnóstico de este trastorno.

A partir de los resultados electroencefalográficos encontrados en el presente estudio, podemos concluir que en efecto existen diferencias significativas en los cocientes Theta/Beta entre los niños sanos y los niños con TDAH.

Los marcadores más representativos se encuentra en el cociente de potencia absoluta Teta/Beta2 en el registro del electroecefalograma con ojos cerrados y en el cociente de potencia absoluta Teta/Beta1 en el electroencefalograma con ojos abiertos.

Es importante considerar que los valores esperados en algunas de las medias observadas en las distintas zonas cambian de acuerdo al rango de edad, siendo importante resaltar las mayores diferencias encontradas fueron entre los menores de 9 a 12 años en el electroencefalograma de ojos abiertos.

Lo anterior acompaña los resultados conductuales obtenidos anteriormente,

señalando diferencias entre los distintos rangos de edad de los sujetos que presentan el TDAH y comprobando la evolución del trastorno.

Capítulo V

Conclusiones

Los principales hallazgos de este trabajo de investigación son los siguientes:

- Los pacientes con TDAH presentan distintas características de acuerdo al rango de edad en que son evaluados.
- Los tiempos de respuesta en tareas de inhibición motora son sensibles al TDAH en el rango de edad de 9 a 11 años.
- Las ejecuciones en tareas de inhibición motora presentan diferencias principalmente significativas en el rango de edad de 6 a 8.9 años de edad.
- Los tiempos de respuesta y las ejecuciones en tareas de inhibición cognitiva no son significativas en el rango de edad de 9 a 12 años de edad.
- Las respuestas en tareas de inhibición cognitiva no mostraron diferencias significativas entre grupos (excepto stroop palabras y stroop Sol y Luna en el grupo de 6 a 8.9 años).
- Se puede señalar que son los procesos de inhibición cognitiva los que primero se normalizan quedando al final los tiempos de ejecución en tareas de inhibición motora.
- La valoración del TDAH se debe realizar por medio de distintas herramientas, por medio de una metodología combinada.
- El electroencefalograma es una herramienta útil en el diagnóstico del TDAH.
- En el electroencefalograma se deben observar los cocientes de potencia absoluta Theta/Beta2 en ojos cerrados y en el cociente de Potencia absoluta Theta/Beta1 en ojos abiertos.
- El electroencefalograma en ojos abiertos presenta mayor sensibilidad en la diferenciación de menores con TDAH de sus pares controles en el rango de edad de 9 a 12 años.

REFERENCIAS

- Arán Fillipetti, V., & Mias, C. D. (2007). Neuropsicología del Trastorno por Déficit de Atención/Hiperactividad: subtipos predominio Déficit de Atención y predominio Hiperactivo-Impulsivo. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 13 (3), 2014-220.
- Bara-Jímenez, S., Vicuña, P., Pineda, D. A., & Henao, G. C. (2003). Perfiles neuropsicológicos y conductuales de niños con trastorno por déficit de atención/hiperactividad de Cali, Colombia. *Revista de Neurología*, 37 (7), 608-615.
- Luria, A. R. (1984). *Las funciones corticales del hombre*. Barcelona, España: Martínez Roca.
- Luria, A. R. (1984). *El cerebro en acción*. Barcelona: Martínez Roca.
- Luria, A. R., & Tsvetkova, L. S. (1981). *La resolución de problemas y sus trastornos*. Barcelona: Fontanella.
- Cando, I. (2013). *Neuropsicología y Fisiología*. From <http://neuropsicofisiologia1unach.blogspot.mx/p/unidad-i.html>
- Lezak, M. D. (1982). The Problem of Assessing Executive Functions. *International Journal of Psychology*, 17 (1-4), 281-297.
- Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2009). *Diagnóstico y tratamiento en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad en niños y adolescentes en atención primaria y especializada*. México: CENETEC.
- Liu, T., Lin, P., Chen, Y., & Wang, J. (2014). Electroencephalogram synchronization analysis for attention deficit hyperactivity disorder children. *Bio-medical Materials and Engineering*, 24 (1), 1035-1039.
- Cobo, M. F. (2014). *Desarrollo del proceso de inhibición en niños escolares de 6 a 12 años de edad*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- López- Campo, G. X., Gómez-Betancur, L. A., Aguirre-Acevedo, D. C., Puerta, I. C., &
- Pineda, D. A. (2005). componentes de las pruebas de atención y función ejecutiva en niños con trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista de Neurología*, 40 (6), 331-339.
- López, S. (2007). *Proceso de cambio cognitivo en la resolución de problemas en niños de un año de edad. (Tesis doctora)*. Tarragona: Universitat Rovira I.

- Loo, S. K., & Barkley, R. A. (2005). Clinical Utility of EEG in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Neuropsychology*, 12 (2), 64-76.
- Loredo, D. (2008). *Caracterización neuropsicológica de una población infantil urbana*. Puebla: Maestría en Diagnóstico y Rehabilitación neuropsicológica.
- Services, U.S. Department of Health & Human. (10 de December de 2014). *Key Findings: Trends in the Parent-Report of Health Care Provider-Diagnosis and Medication Treatment for ADHD: United States, 2003—2011*. Retrieved 01 de Junio de 2015 from Center for disease control y prevention.:
<http://www.cdc.gov/ncbddd/adhd/features/key-findings-adhd72013.html/>
- Snyder, S. M., Rugino, T. A., Hornig, M., & Stein, M. A. (2015). Integration of an EEG biomarker with a clinician's ADHD evaluation. *Brain and Behavior*, 1-17.
- Solovieva, Y., Quintanar, L., Bonilla, M. R., Pelayo, H., & Manchinskaya, R. (2013). *Neuropsicología y electrofisiología del TDA en la edad preescolar*. Puebla, México: Benemerita Universidad Autonoma de Puebla.
- Soutullo, C. (2007). *Manual de diagnóstica y tratamiento del TDA-H*. Médica Panamericana.
- U.S. Food and Drug Administration (FDA). (17 de 11 de 2013). *www.fda.gov*. From FDA permits marketing of first brain wave test to help assess children and teens for ADHD:
<http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm360811.htm>.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Douglas, F. (1997). Early development of executive function: a problem-solving framework. *Developmental Psychology*, 1, 198-226.
- Thatcher, R., Walker, R., & Giudice, S. (1987). Human Cerebral Hemispheres Develop at Different Rates and Ages. *Science*, 236-240.
- Asada, H., Fukuda, Y., Tsunoda, S., Yamaguchi, M., & Tonoike, M. (1999). Frontal midline theta rhythms reflect alternative activation of prefrontal cortex and anterior cingulate cortex in humans. *274* (1), 29-32.
- Azcoaga, J. E. (1997). *Los retardos del lenguaje en el niño*. España: PAIDOS IBERICA.
- Aguilar, M. (2013). *Subtipos electrofisiológicos de personas diagnosticadas de Trastorno por Déficit de atención con o sin Hiperactividad: características e implicaciones psicofisiológicas y educativas*. Universidad de Murcia. Murcia: Universidad de Murcia.
- Anokhin, P. K. (1971). Philosophical aspects of the theory of functional systems. *Soviet Studies in Philosophy*, 10 (3), 269-276.
- APA. (2013). *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales*. Barcelona, España: Masson.

- Aron, A. R. (2007). The Neural Basis of Inhibition in cognitive Control. The neuroscientist. *The Neuroscientist*, 13 (3), 214-2s8.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psycholo Bulletin*, 121, 65-94.
- Barros, V., & Bossa, N. (2001). *Evaluación psicopedagogía de niños de 7 a 11 años*. España: NARCEA, S. A.,.
- Benito, R. (2008). *Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) a lo largo de la vida*. Madrid: Draft Editores, S. L.
- Berger, A., Alyagon, U., Hadaya, H., Atzaba-Poria, N., & Auerbach, J. G. (2013). Response Inhibition in Preschoolers at Familial Risk for Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A behavioral and Electrophysiological Stop-Signal Study. *Child Development*, 84 (5), 1616 - 1632.
- Biederman, J., Mick, E., & Faraone, S. (2000). Age-Dependent Decline of Symptoms of Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Impact of Remission Definition and Symptom Type. *The American Journal of Psychiatry* (157), 816-818.
- Brown, T. E. (2009). *ADHD Comorbidities: Handbook for ADHD Complications in Children and Adults*. (T. E. Brown, Ed.) Published by American Psychiatric Publishing.
- Delgado-Mejía, I., Palencia-Avendaño, M. L., Mogollón-Rincón, C., & Etchepareborda, M. C. (2014). Cociente theta/beta (NEBA) en el diagnóstico del trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Epilepsia. neurofisiología y trastornos del neurodesarrollo*, S57-S63.
- Diamond, A. (2005). Attention-Deficit disorder (attention-deficit/hyperactivity disorder without hyperactivity): A neurobiologically and behaviorally distinct disorder from attention-deficit/hyperactivity disorder (with hyperactivity). *Development and Psychopathology*, 17 (3), 807 - 825.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. *Principles of frontal lobe function*, 466 - 503.
- Ergenoglu, T., Demiralp, T., Bayraktaroglu, Z., Ergen, M., Beydagi, H., & Uresin, Y. (2004). Alpha rhythm of the EEG modulates visual detection performance in humans. *20* (3), 376-383.
- Flores, J., & Ostrosky-Solis, F. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias.*, 8, 47-58.

- Flores, M. D. (2001). *Características neuropsicológicas del lenguaje oral y su comprensión en niños preescolares y escolares procedentes de escuelas urbanas y suburbanas*. Puebla: Maestría en Diagnóstico y Rehabilitación Neuropsicológica.
- Fuster, J. (1980). *The prefrontal cortex*. New York: Raven Press.
- Hung, C.-L., Chang, Y.-K., Chan, Y.-S., Shih, C.-H., Huang, C.-J., & Hung, T.-M. (2013). Motor Ability and Inhibitory Processes in Children With ADHD: A Neuroelectric Study. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *35*, 322-328.
- Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition: Theories, definitions, and research evidence. *Interference and Inhibition in Cognition*, 175-204.
- Hermens, D. F., Soei, E. X., Clarke, S. D., Kohn, M. R., Gordon, E., & Williams, L. M. (2005). Resting EEG theta activity predicts cognitive performance in attention-deficit hyperactivity disorder. *Pediatric Neurology*, *32* (4), 248-256.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Alloway, T. P., Elliott, J. G., & Hilton, K. A. (2009). The Diagnostic Utility of Executive Function Assessments in the Identification of ADHD in Children. *Child and Adolescent Mental Health*, *15* (1), 37-43.
- Galperin, P. Y. (1998). Psychology as an objective science. *Academia de Ciencias Pedagógicas y Sociales*.
- García, J. (1991). Paradigmas experimentales en las teorías de la automaticidad. (U. d. Murcia, Ed.) *Anales de psicología*, *7*, 1-30.
- Inanaga, K. (1998). Frontal midline theta rhythm and mental activity. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *52* (6), 555-556.
- Jimenez, P. (2000). *Características de la formación y desarrollo de las imágenes internas en niños normales de 6 a 12 años*. Puebla: Maestría en Diagnóstico y Rehabilitación Neuropsicológica.
- Johnstone, J., Gunkelman, J., & Lunt, J. (2005). Characterization of EEG phenotypes. *Clinical EEG and Neuroscience* (2), 99-107.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research Reviews*, *29* (2-3), 169-195.
- Koenig, T., Studer, D., Hubl, D., Melie, L., & Strik, W. (2005). Brain connectivity at different time-scales measured with EEG. *Philosophical Transactions of the royal society*, 1015-1024.
- Kropotov, J., Kropotova, O., Ponomarev, V., Polyakov, Y., & Nechaev, V. (1999).

- Kropotov, J. D., Kropotova, O. V., Ponomarev, V. A., Polyakov, Y., & Nechaev, V. B. (1999). Neurophysiological mechanisms of action selection and its impairment in ADHD. *Hum Physiol*, 25(1), 143-52. *Human Physiology*, 25 (1), 143-52.
- MacLaren, V. V., Taukulis, H. K., & Best, L. A. (2007). Inhibition in Adults with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: Event-Related Potentials in the Stop Task. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 32, 155-162.
- Manchinskaya, R., & Krupskaya, E. (2001). EEG analysis of the functional state of deep regulatory structures of the brain in hyperactive seven- to eight-year-old children. *Human Physiology*, 27 (3), 368-370.
- Mann, C. A., Lubar, J. F., Zimmerman, A. W., Miller, C. A., & Muenchen, R. A. (1992). Quantitative analysis of EEG in boys with attention-deficit-hyperactivity disorder: Controlled study with clinical implications. *Pediatric Neurology*, 8 (1), 30-36.
- Mejia, L., & Eslava-Cobos, J. (2008). Aproximación neurofisiológica: Evaluación de los trastornos del aprendizaje. In L. Quintanar, Y. Solovieva, L. Mejia, & J. Eslava-Cobos, *Los trastornos del aprendizaje: Perspectivas neuropsicológicas* (pp. 53-95). Puebla, Puebla, México: Editorial Magisterio.
- Miller, J., Schäffer, R., & Hackley, S. A. (1991). Effects of preliminary information in a Go versus No-go task. (North-Holland, Ed.) *Acta Psychologica*, 76, 241-292.
- Moffit, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., et al. (2010). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of National Academy of Science*, 108 (7), 2693-2698.
- Monastra, V. J., Lubar, J. F., Linden, M., VanDeausen, P., Green, G., Wing, W., et al. (1999). Assessing attention deficit hyperactivity disorder via quantitative electroencephalography: an initial validation study. *Neuropsychology*, 13 (3), 424-433.
- Pallares-Artiagas, J. (2009). Modelos cognitivos en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista neurologica*, 587-590.
- Pallares-Artiagas, J., & Narbona, J. (2011). *Trastornos del neurodesarrollo*. Viguera Editores.
- Pasini, A., Paloscia, C., Alessandrelli, R., Porfirio, M. C., & Curatolo, P. (2006). Attention and executive functions profile in drug naive ADHD subtypes. *Brain in Development*, 29, 400-408.
- Pineda, D., Ardila, A., Rosselli, M., Cadavid, C., Mancheno, S., & Mejía, S. (1998). Executive Dysfunctions in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *International Journal of Neuroscience*, 96, 177-196.
- Quintanar, L., Solovieva, Y., Gomez, R., & Sanchez, M. (2011). Características neuropsicológicas de niños preescolares con trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista CES Psicología*, 4 (1), 16-31.

- Quintanar, L., & López, T. (1997). Algunas características del desarrollo de la memoria verbal y visual en niños escolares. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje* , 49-62.
- Quintanar, L., Gomez Moya, R., Solovieva, Y., & Bonilla Sanchez, M. (2011). Características neuropsicológicas de niños preescolares con trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista CES Psicología* , 4 (1), 16-31.
- Rubiales, J., Bakker, L., & Urquijo, S. (2010). Inhibición cognitiva y motora en niños con Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista acta psiquiátrica y psicológica de América latina* , 56 (2).
- Rains, D. G. (2003). *Principios de neuropsicología humana*. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO.
- Ricardo-Garcell, J. (2004). Aportes del electroencefalograma convencional y el análisis de frecuencias para el estudio del trastorno por déficit de atención. Primera parte. *Salud Mental* (27), 22-27.
- Rojas Reyes, Y., Calzada Reyes, A., & Rojas Zuaznabar, L. (2010). Diferencias electroencefalográficas en niños con dos subtipos del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista Habanera de Ciencias Médicas* , 9 (4), 491-499.
- Romero-Ayuso, D., Maestú, F., González-Marqués, J., Romo-Barrientos, C., & Andrade, J. (2006). Disfunción ejecutiva en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad en la infancia. *Revista de Neurología* , 42 (5), 265-271.

ANEXO 1



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTA DE PSICOLOGÍA
MAESTRÍA EN DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN NEUROPSICOLÓGICA
Formato de consentimiento informado
Padres de Familia



Puebla, Marzo de 2014

Apreciado padre de familia.

Su hijo (a) ha sido seleccionado (a) para participar en el proyecto de investigación Evaluación de los procesos inhibitorios en niños con y sin Trastorno de Deficit de Atención con Hiperactividad en edad escolar, llevado a cabo al interior de la Maestría en Diagnóstico y Rehabilitación Neuropsicológica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por la psicóloga Amparo Viridiana Márquez García, bajo la dirección del Dr. Gregorio García Aguilar, que se llevará a cabo en diferentes escuelas de Gobierno de la ciudad de Puebla.

Usted decide si desea o no que su hijo(a) participe en el proyecto; el negarse a participar no va a ocasionarle ningún problema. La participación de su hijo consiste en contestar unos cuestionarios dentro del horario académico que permitirán identificar las habilidades de inhibición cognoscitiva de los niños.

La identidad de los niños así como la información que se obtenga durante el proceso de investigación será tratada con la mayor confidencialidad posible, es decir, nadie diferente a los investigadores la conocerá.

Si usted después de haber firmado este documento o incluso durante la investigación se retracta de la participación de su hijo (a) en esta, puede retirarlo en el momento que desee. Los investigadores también podrán solicitarle que se retire de la misma, si lo considera conveniente.

Teniendo claro los anteriores aspectos usted podrá dar a continuación el consentimiento para que su hijo (a) participe en la investigación.

Yo, _____,
confirmando que he leído y entendido la información arriba consignada y que las personas encargadas de la investigación me han explicado satisfactoriamente el propósito, los objetivos y el procedimiento que será llevado a cabo; así mismo, me han comunicado que no hay riesgo para mí, ni para mi familia y que deseo voluntariamente participar en el proyecto.

Nombre _____
Firma _____
Documento de identidad _____
Nombre del niño _____

ANEXO 2

EVALUACIÓN DE LA INHIBICIÓN MOTORA

Puño - Dedo	Tapping	Golpeteo
1.- Puño	1	Puño
2.- Dedo	2	Palma
3.- Puño	1	Puño
4.- Dedo	2	Palma
5.- Dedo	2	Palma
6.- Dedo	2	Palma
7.- Puño	1	Puño
8.- Dedo	2	Palma
9.- Puño	1	Puño
10.- Puño	1	Puño
CAMBIO DE REGLA		
11.- Dedo	2	Palma
12.- Puño	1	Puño
13.- Dedo	2	Palma
14.- Dedo	2	Palma
15.- Puño	1	Puño
16.- Puño	1	Puño
17.- Puño	1	Puño
18.- Dedo	2	Palma
19.- Dedo	2	Palma
20.- Puño	1	Puño
TOTAL		

INDICACIONES (En todas las modalidades se iniciara hasta cerciorarse de que la instrucción ha sido comprendida)

PUÑO – DEDO: A continuación cuando yo te muestre el puño, tu me mostraras tu dedo y cuando yo te muestre el dedo, tu me mostraras tu puño.

TAPPING: 1.- Golpea una vez, cuando yo golpee una vez, y no golpees ninguna vez cuando yo golpee dos. 2.- Golpea dos veces cuando yo golpee una, y golpea una vez cuando yo golpee dos.

GOLPETEO: 1.- Cuando yo golpeo con la palma, tu golpeas con el puño, cuando golpeo con el puño, no haces nada. 2.- Cuando yo golpeo con el puño tu golpeas con el canto de la mano, y cuando yo golpeo con la palma tu no haces nada.

STROOP

Test de Colores y Palabras

Nombre: _____
Edad: _____ Sexo: _____ Fecha: _____

PARA USO DEL PROFESIONAL

	PD	PT
P		
C		
PC		
$\frac{P \times C}{P + C} = PC'$		
$PC - PC' = \text{INTERF.}$		

NO ABRA EL CUADERNILLO
HASTA QUE SE LE INDIQUE



Copyright de la edición española © 1993 by TEA Ediciones, S.A., Madrid (España) - Traducido y adaptado con permiso del propietario original, Stoelting Company, Illinois (U.S.A.) - Edita: TEA Ediciones, S.A. - Prohibida la reproducción total o parcial. Todos los derechos reservados - Printed in Spain. Impreso en España por CIPSA; Orense, 68; 28020 Madrid - Depósito legal: M - 117 - 1994.

Plantilla de respuesta Stroop Tradicional (el color de la tinta de las palabras)

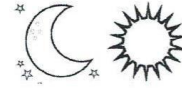
Azul	Rojo	Azul	Verde	Rojo
Rojo	Azul	Verde	Rojo	Azul
Verde	Verde	Rojo	Azul	Verde
Azul	Rojo	Azul	Verde	Rojo
Verde	Verde	Rojo	Rojo	Azul
Rojo	Azul	Verde	Azul	Verde
Verde	Verde	Rojo	Verde	Rojo
Rojo	Rojo	Azul	Rojo	Azul
Azul	Azul	Verde	Azul	Verde
Rojo	Rojo	Rojo	Azul	Azul
Azul	Azul	Verde	azul	Verde
Verde	Verde	Azul	Rojo	Rojo
Rojo	Azul	Rojo	Azul	Azul
Verde	Verde	Verde	Rojo	Verde
Azul	Rojo	Azul	Verde	Rojo
Verde	Verde	Verde	Azul	Azul
Azul	Rojo	Rojo	Verde	Rojo
Rojo	Azul	Azul	Rojo	Verde
Verde	Rojo	Verde	Azul	Azul
Azul	Verde	Azul	Rojo	Rojo

ROJO	AZUL	VERDE	ROJO	AZUL
VERDE	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE
AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
VERDE	AZUL	ROJO	ROJO	AZUL
ROJO	ROJO	VERDE	AZUL	VERDE
AZUL	VERDE	AZUL	VERDE	ROJO
ROJO	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
AZUL	VERDE	ROJO	VERDE	ROJO
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	AZUL
AZUL	VERDE	VERDE	AZUL	VERDE
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	ROJO
ROJO	AZUL	ROJO	VERDE	AZUL
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
AZUL	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	VERDE	AZUL	AZUL
AZUL	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	AZUL	ROJO	VERDE
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	AZUL
ROJO	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	VERDE

ROJO	AZUL	VERDE	ROJO	AZUL
VERDE	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE
AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
VERDE	AZUL	ROJO	ROJO	AZUL
ROJO	ROJO	VERDE	AZUL	VERDE
AZUL	VERDE	AZUL	VERDE	ROJO
ROJO	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
AZUL	VERDE	ROJO	VERDE	ROJO
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	AZUL
AZUL	VERDE	VERDE	AZUL	VERDE
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	ROJO
ROJO	AZUL	ROJO	VERDE	AZUL
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
AZUL	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	VERDE	AZUL	AZUL
AZUL	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	AZUL	ROJO	VERDE
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	AZUL
ROJO	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	VERDE

ANEXO 4

Plantilla de respuestas Stroop Sol y Luna



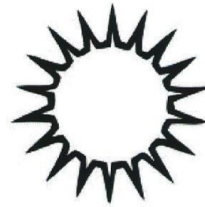
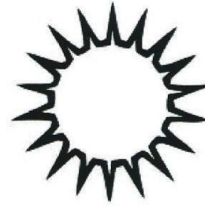
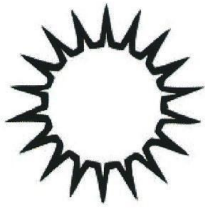
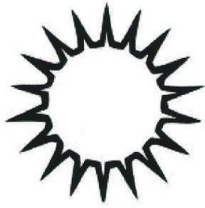
1. Condición de congruencia imagen-palabra

1	2	3	4	5
Luna	Sol	Sol	Luna	Sol
Sol	Luna	Sol	Sol	Luna
Luna	Sol	Luna	Luna	Sol
Sol	Luna	Sol	Sol	Luna
Sol	Sol	Luna	Luna	Sol
Luna	Sol	Sol	Luna	Sol
Sol	Luna	Luna	Sol	Luna
Luna	Luna	Sol	Luna	Sol
Sol	Sol	Luna	Luna	Luna
Luna	Luna	Sol	Sol	Sol
Sol	Luna	Luna	Sol	Sol
Luna	Sol	Sol	Luna	Luna
Sol	Luna	Luna	Sol	Sol

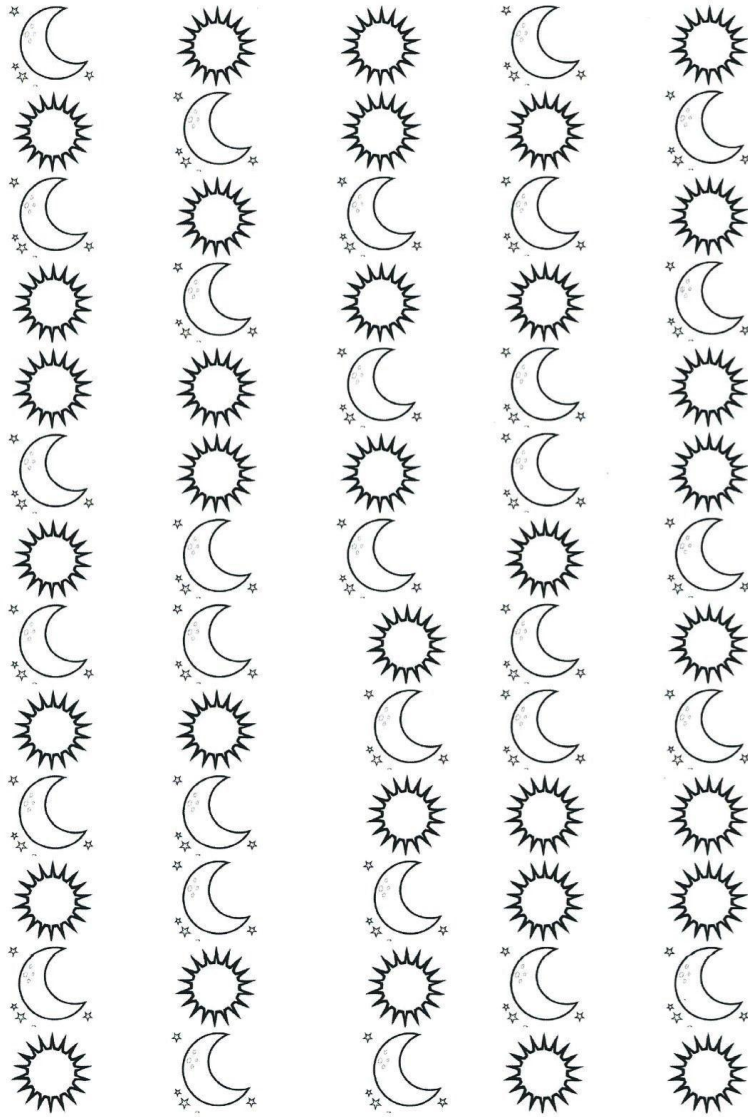
2. Condición de incongruencia imagen-palabra

1	2	3	4	5
Sol	Luna	Luna	Sol	Luna
Luna	Sol	Luna	Luna	Sol
Sol	Luna	Sol	Sol	Luna
Luna	Sol	Luna	Luna	Sol
Luna	Luna	Sol	Sol	Luna
Sol	Luna	Luna	Sol	Luna
Luna	Sol	Sol	Luna	Sol
Sol	Sol	Luna	Sol	Luna
Luna	Luna	Sol	Sol	Sol
Sol	Sol	Luna	Luna	Luna
Luna	Sol	Sol	Luna	Luna
Sol	Luna	Luna	Sol	Sol
Luna	Sol	Sol	Luna	Luna

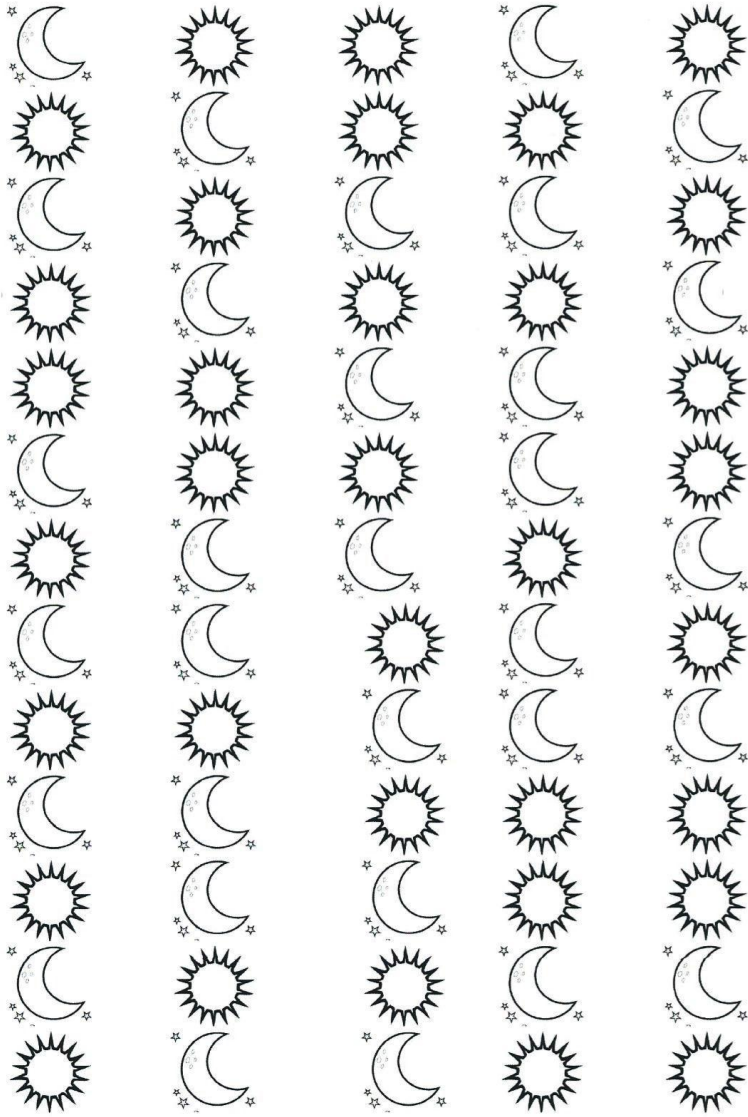
En este ejercicio, debes mirar el dibujo y decir su nombre correspondiente.



En este ejercicio, debes mirar el dibujo y decir el nombre que le **corresponde**.

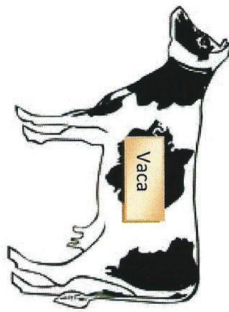


En este ejercicio, debes mirar el dibujo y decir su nombre **contrario**.

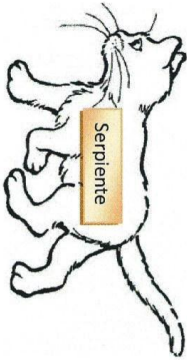


Stroop Animales

En este ejercicio, Debes mirar la foto de un animal y decir el nombre del animal. No leas la palabra puesta e foto. Por ejemplo:

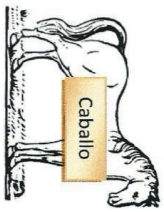
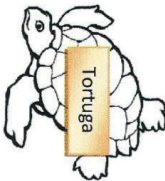
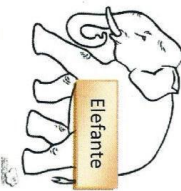
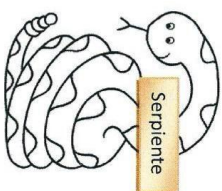
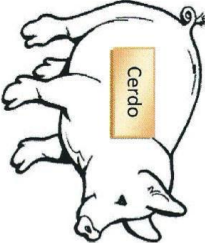
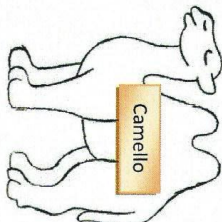
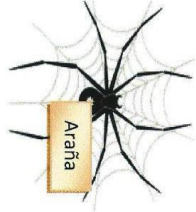
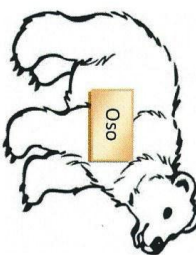
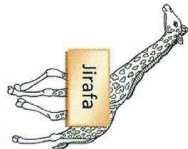
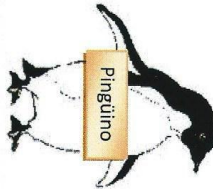


Debes decir "Vaca" porque el animal de la foto es una vaca.

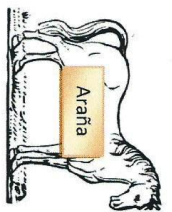
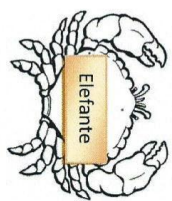
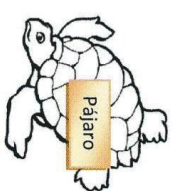
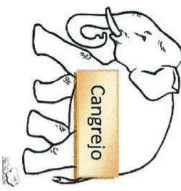
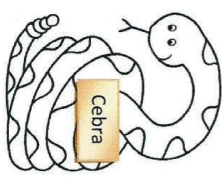
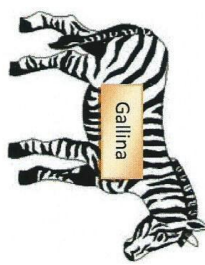
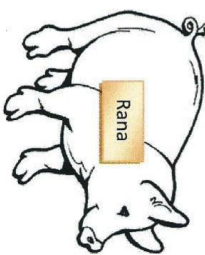
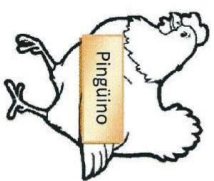
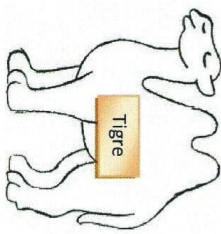
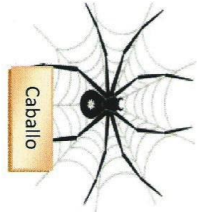
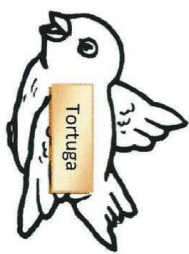
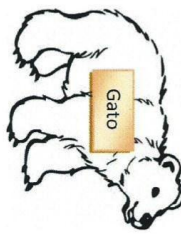
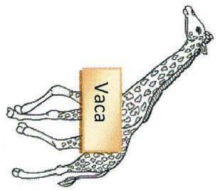
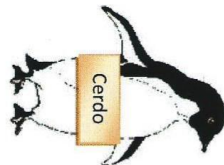


Debes decir "gato" porque el animal de la foto es un gato.

Tan pronto como veas las imágenes, identifica a los animales lo más rápido que puedas.



Debes mirar la foto del animal y decir el nombre del animal. No leas la palabra puesta en la foto



ANEXO 6

HAYLING TEST (adaptación)

I. Condición de Iniciación.		
Completar la frase usando palabras relacionadas .		
Ensayo		
Frases	Respuestas	Tiempo
1. Los peces nadan en el... 2. La silla tiene cuatro... 3. Los bomberos apagan el...		
Prueba		
Frases	Respuestas	Tiempo
1. Los niños juegan en el... 2. En las manos hay cinco... 3. El panadero hace el... 4. Al golpear fuerte sintió mucho... 5. El policía arresta a los... 6. Con la luz roja del semáforo hay que... 7. El futbolista patea el... 8. El niño llora porque está... 9. El jinete monta su... 10. Cuando el timbre suena debo abrir la... 11. Los oídos son para... 12. En el cielo vuelan los... 13. El primer día de la semana es el... 14. Los rayos del sol nos hacen sentir...		
II. Condición de Inhibición.		
Completar la frase usando palabras no relacionadas		
Ensayo		
Frases	Respuestas	Tiempo
1. A los nacidos en México se les llama... 2. Los caballos tienen cuatro... 3. Los reyes magos traen a los niños...		
Prueba		
Frases	Respuestas	Tiempo
1. El zapatero hace los... 2. El árbitro dio por finalizado el... 3. Con la luz verde del semáforo hay que... 4. Cuando hace frío me pongo la... 5. En el refrigerador la leche está... 6. Los ojos son para... 7. Voy al doctor cuando estoy... 8. En el banco se deposita el... 9. El último mes del año es... 10. En el cementerio descansan los... 11. Abro la cerradura con las... 12. El sol sale en las... 13. El reloj nos indica la... 14. El color del cielo es...		

ANEXO 7



Edad/ Age

Sexo/ Gender

Fecha/ Date

5 Digits

En cada parte, conforme el examinando vaya respondiendo a una fila, compuesta de 5 elementos, recorra la fila hacia la derecha para ir comprobando si las respuestas que da el sujeto son correctas, haciendo una señal junto al quinto elemento de cada grupo para no perderse. Cuando el examinando dé una respuesta incorrecta rodee el elemento con un círculo. En la parte derecha de la primera fila deberá anotar el tiempo transcurrido y continuar sin detener el cronómetro, anotando el tiempo total empleado en la parte derecha de la segunda fila.

As the examinee reads across, 5 "cards" are followed. follow each row, right and make a tick mark by the 5th item in each group. Circle errors as they occur. At the right of the row record the elapsed time and continue with the stopwatch running, recording the time for the two rows at the right of the second row of each part.

PARTE 1. PROCESOS AUTOMÁTICOS: LECTURA

Diga en el idioma del examinando:

- 1ª fila: "Quiero que lea un número en cada cuadro: uno, dos..." (...tres, cuatro, cinco).
- 2ª fila: "Continúe" (Repita la tarea hasta que el examinando no cometa ningún error).

1 2 3 4 5
5 2 3 1 4

(Pase la página).

"De acuerdo, ahora comience aquí arriba y trabaje lo más deprisa que pueda" (Empiece a cronometrar el tiempo).

1 4 3 2 5	4 3 1 5 2	5 4 2 3 1	2 5 1 4 3	1 3 2 5 4	TIEMPO TIME	" ERRORES ERROR
3 5 4 1 2	1 4 3 2 5	4 1 5 3 2	5 2 1 4 3	2 5 3 1 4	TIEMPO TIME	" ERRORES ERROR

PARTE 2. PROCESOS AUTOMÁTICOS: CONTEO

Diga en el idioma del examinando:

- 1ª fila: "Quiero que cuente cuántos asteriscos hay en cada cuadro: uno, dos..." (...tres, cuatro, cinco).
- 2ª fila: "Continúe" (Repita la tarea hasta que el examinando no cometa ningún error).

1 2 3 4 5
5 2 3 1 4

(Pase la página).

"De acuerdo, ahora comience aquí arriba y trabaje lo más deprisa que pueda" (Empiece a cronometrar el tiempo).

1 4 3 2 5	4 3 1 5 2	5 4 2 3 1	2 5 1 4 3	1 3 2 5 4	TIEMPO TIME	" ERRORES ERROR
3 5 4 1 2	1 4 3 2 5	4 1 5 3 2	5 2 1 4 3	2 5 3 1 4	TIEMPO TIME	" ERRORES ERROR

PART 1. REACTIONS: READING

Say in the language or dialect of the subject:

- 1st row: "I want you to read one number in each box: one, two..." (... three, four, five).
- 2nd row: "Go on" (Repeat the task one or more times until no mistakes are made).

(Turn the page).

"Ok, now begin up here and read this page as quickly as you can" (Begin timing).

PART 2. REACTIONS: COUNTING

Say in the language or dialect of the subject:

- 1st row: "I want you to count the stars in each box: one, two..." (...three, four, five).
- 2nd row: "Go on" (Repeat the task one or more times until no mistakes are made).

(Turn the page).

"Ok, now begin up here and read this page as quickly as you can" (Begin timing).

PARTE 3. PROCESOS CONTROLADOS: ELECCIÓN

Diga en el idioma del examinando:

- 1ª fila: "Ahora quiero que cuente cuántos números hay en cada cuadro. Recuerde que debe contar los números en lugar de leerlos: uno, dos, tres..." (cuatro, cinco).
 2ª fila: "Continúe" (Repita la tarea hasta que el examinando no cometa ningún error).

1	2	3	4	5
5	2	3	1	4

(Pase la página).

"De acuerdo, ahora comience aquí arriba y trabaje lo más deprisa que pueda" (Empiece a cronometrar el tiempo).

1 4 3 2 5	4 3 1 5 2	5 4 2 3 1	2 5 1 4 3	1 3 2 5 4
3 5 4 1 2	1 4 3 2 5	4 1 5 3 2	5 2 1 4 3	2 5 3 1 4

TIEMPO TIME	ERRORES ERRORS
TIEMPO TIME	ERRORES ERRORS

PART 3. INTENTIONS: CHOOSING

Say in the language or dialect of the subject:

- 1st row: "Now I want you to count the numbers are in each box. Remember to count the numbers instead of reading them: one, two, three..." (four, five).
 2nd row: "Go on" (Repeat the task one or more times until no mistakes are made).

(Turn the page).

"Ok, now begin up here and read this page as quickly as you can" (Begin timing).

PARTE 4. PROCESOS CONTROLADOS: ALTERNANCIA

Diga en el idioma del examinando:

- 1ª fila: "Ahora debe contar los números como ha hecho antes, pero cuando llegue a un cuadro con el borde más grueso (señalar), debe cambiar la regla y leer el número: uno, dos, tres..." (cuatro, cinco)".
 2ª fila: "Continúe" (Repita la tarea hasta que el examinando no cometa ningún error).

1	2	3	4	5
5	2	3	1	4

(Pase la página).

"De acuerdo, ahora comience aquí arriba y trabaje lo más deprisa que pueda" (Empiece a cronometrar el tiempo).

1 4 3 2 5	4 3 1 5 2	5 4 2 3 1	2 5 1 4 3	1 3 2 5 4
3 5 4 1 2	1 4 3 2 5	4 1 5 3 2	5 2 1 4 3	2 5 3 1 4

TIEMPO TIME	ERRORES ERRORS
TIEMPO TIME	ERRORES ERRORS

PART 4. INTENTIONS: SWITCHING

Say in the language or dialect of the subject:

- 1st row: "Now you must count the numbers like you did before: but when you come to a box with darker frame (point), you must change the rule and read the number: one, two, three..." (four, five).
 2nd row: "Go on" (Repeat the task one or more times until no mistakes are made).

(Turn the page).

"Ok, now begin up here and read this page as quickly as you can" (Begin timing).

<p>RESUMEN DE PUNTUACIONES</p> <p>SCORE SUMMARY</p>	<p>PROCESOS AUTOMÁTICOS REACTIONS</p>	<p>LECTURA / READING</p> <p>TIEMPO TIME</p> <p>ERRORES ERRORS</p>	<p>ELECCIÓN / CHOOSING</p> <p>TIEMPO TIME</p> <p>ERRORES ERRORS</p>	
		<p>CONTEO / COUNTING</p> <p>TIEMPO TIME</p> <p>ERRORES ERRORS</p>	<p>ALTERNANCIA / SWITCHING</p> <p>TIEMPO TIME</p> <p>ERRORES ERRORS</p>	
		<p>PROCESOS CONTROLADOS INTENTIONS</p>	<p>LECTURA / READING</p> <p>TIEMPO TIME</p> <p>ERRORES ERRORS</p>	<p>ELECCIÓN / CHOOSING</p> <p>TIEMPO TIME</p> <p>ERRORES ERRORS</p>
		<p>CONTEO / COUNTING</p> <p>TIEMPO TIME</p> <p>ERRORES ERRORS</p>	<p>ALTERNANCIA / SWITCHING</p> <p>TIEMPO TIME</p> <p>ERRORES ERRORS</p>	



1

2
2

3
3
3

4 4
4 4

5 5
5 5

5 5
5 5

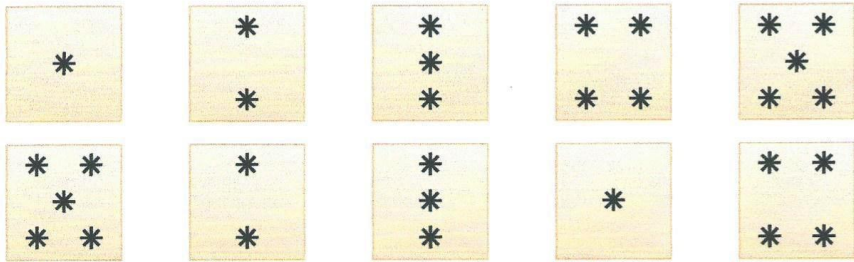
2
2

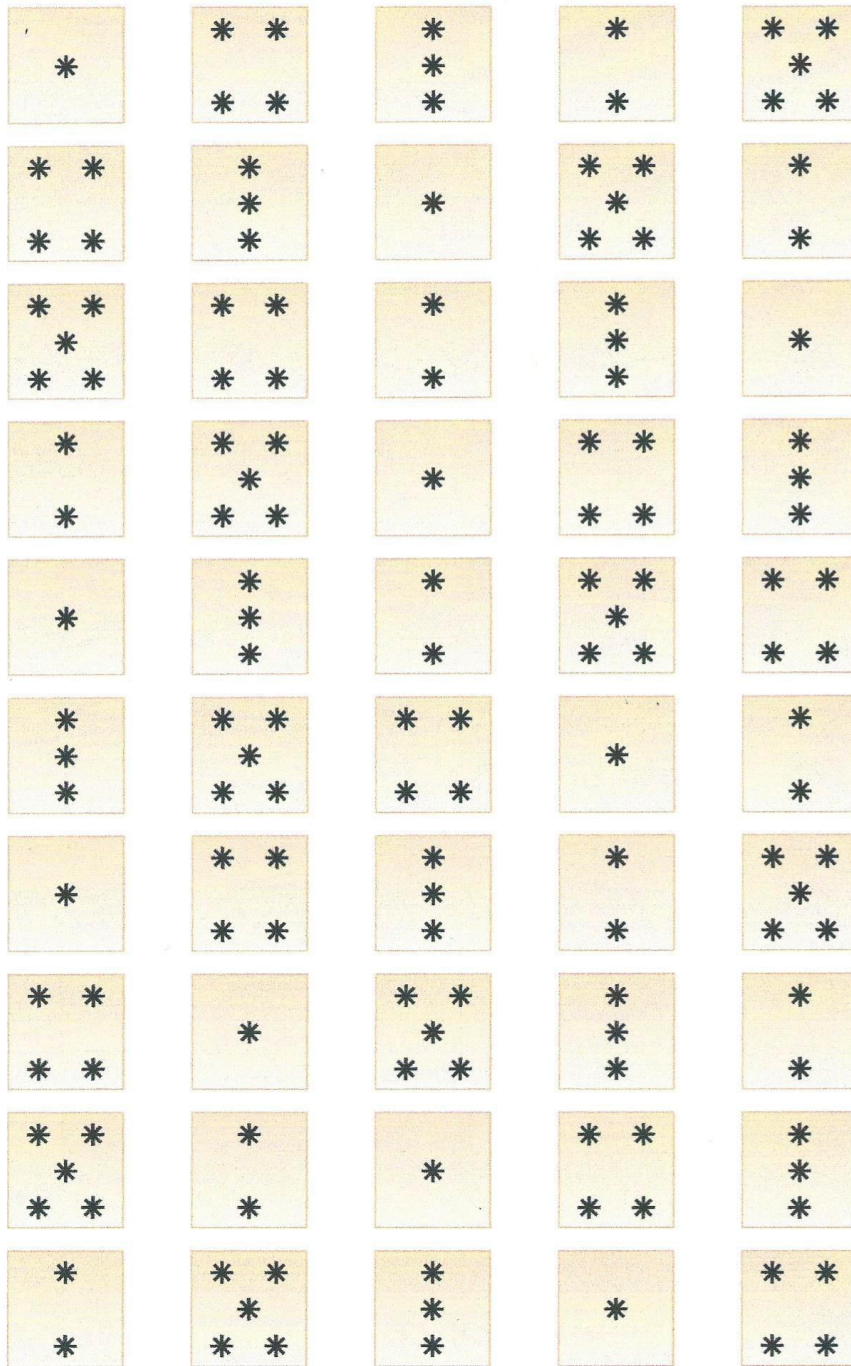
3
3
3

1

4 4
4 4

1	4 4 4 4	3 3 3	2 2	5 5 5 5
4 4 4 4	3 3 3	1	5 5 5 5	2 2
5 5 5 5	4 4 4 4	2 2	3 3 3	1
2 2	5 5 5 5	1	4 4 4 4	3 3 3
1	3 3 3	2 2	5 5 5 5	4 4 4 4
3 3 3	5 5 5 5	4 4 4 4	1	2 2
1	4 4 4 4	3 3 3	2 2	5 5 5 5
4 4 4 4	1	5 5 5 5	3 3 3	2 2
5 5 5 5	2 2	1	4 4 4 4	3 3 3
2 2	5 5 5 5	3 3 3	1	4 4 4 4





3

4
4

2
2
2

5 5
5 5

1 1
1 1
1 1

2 2
2
2 2

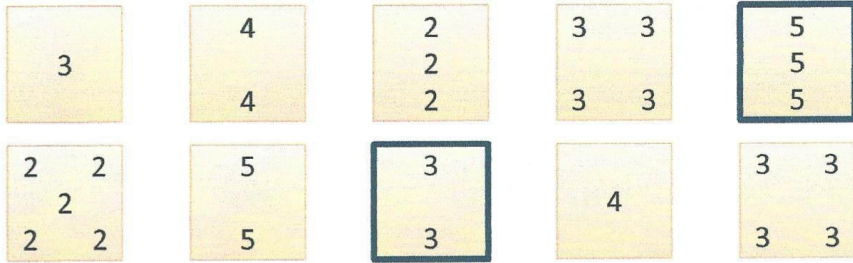
5
5

1
1
1

4

3 3
3 3

5	1 1 1 1	4 4 4	3 3	2 2 2 2 2
2 2 2 2	5 5 5	3	1 1 1 1 1	4 4
3 3 3 3 3	2 2 2 2	1 1	4 4 4	5
4 4	3 3 3 3 3	2	1 1 1 1	5 5 5
5	4 4 4	3 3	2 2 2 2 2	1 1 1 1
1 1 1	3 3 3 3 3	5 5 5 5	2	4 4
3	2 2 2 2	4 4 4	5 5	1 1 1 1 1
2 2 2 2	4	3 3 3 3 3	1 1 1	5 5
3 3 3 3	1 1	2	5 5 5 5	4 4 4
5 5	2 2 2 2 2	1 1 1	4	3 3 3 3



4	5 5 5 5	1 1 1	2 2 2	3 3 3 3 3 3
2 2 2 2	3 3 3 3 3	5	1 1 1 1 1	4 4
3 3 3 3 3	1 1 1 1	2 2 2	4 4 4	5
2 2 2	3 3 3 3 3	4	1 1 1 1	5 5 5
5	1 1 1	3 3	2 2 2 2 2	4 4
2 2 2	3 3 3 3 3	5 5 5 5	1 1 1	4 4
3	4 4 4	2 2 2	5 5	1 1 1 1 1
2 2 2 2	4	5 5 5 5	1 1 1	3 3
5 5 5	2 2	2	3 3 3 3	4 4 4
5 5	2 2 2 2 2	1 1 1	3	4 4