



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas  
Departamento de Ciencias Ambientales

## INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

**“Correlación eléctrica cerebral durante una tarea de inhibición motora con estímulos emocionales en menores víctimas de maltrato físico”.**

Tesis

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO  
(ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA)**

Presenta

Arturo Ron Grajales

Comité tutorial

Dra. Araceli Sanz Martín (Directora)

Dra. Marisela Hernández González

Dr. Miguel Ángel Guevara Pérez

Dra. Olga Inozemtseva

Dra. Claudia del Carmen Amezcua Gutiérrez

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres Arturo y Monserrat, a mi hermano Daniel, a Sofía Barba y Lucy por su apoyo incondicional, su paciencia, sus palabras y consejos a lo largo de este proyecto y más allá de él.

Agradezco a la Universidad de Guadalajara, al Instituto de Neurociencias y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindarme la oportunidad de incursionar en el mundo de la ciencia orientada al comportamiento humano y por permitirme crecer profesionalmente en dicha área.

Agradezco a mi tutora, la Dra. Araceli Sanz, por su tiempo y paciencia, así como por sus conocimientos y apoyo en esta etapa de mi formación académica.

Agradezco a los doctores Claudia Amezcua, Marisela Hernández, Miguel Guevara y Olga Inozemtseva por haber enriquecido este proyecto con sus conocimientos y consejos.

Agradezco a Gilberto García y a todo el personal del Albergue Infantil los Pinos, A.C. por abrirme las puertas de la institución y contribuir para que este proyecto sea toda una realidad. De igual manera, agradezco a todos los niños y jóvenes que participaron en las diferentes etapas del proyecto por su tiempo, disposición y cooperación.

Agradezco a mis colegas y amigos de laboratorio Susana, Monse, Ivette, Arturo, América, Daniel y Alejandra por compartir esta experiencia conmigo, sus conocimientos y sobre todo por el tiempo y apoyo brindado a lo largo de este proyecto.

Agradezco a cada uno de mis profesores por compartir conmigo sus conocimientos y su pasión por la ciencia.



## RESUMEN

El maltrato físico infantil se define como la generación de conductas y situaciones bajo el control de los padres que se traducen en lesiones físicas intencionales causadas a un menor de 18 años. Diversos estudios han relacionado los altos niveles de estrés en la infancia asociados a eventos de maltrato con una hiperactividad del eje hipotalámico-hipofisiario-adrenal y por ende, con una hipersecreción de cortisol, el cual puede tener efectos citotóxicos sobre el desarrollo cortical, principalmente en la maduración prefrontal y la lateralización hemisférica. Dichas anomalías neuroanatómicas se asocian con una mayor coherencia electroencefalográfica en el hemisferio izquierdo y con mayor actividad en el frontal derecho, así como una reducción en el volumen y la materia gris de áreas prefrontales. Se sabe que la corteza prefrontal (CPF) juega un papel fundamental en los procesos de inhibición de una respuesta motriz inadecuada, los cuales favorecen la flexibilidad de comportamiento, la conducta dirigida a metas y la conducta adaptativa. Se ha reportado que los sujetos con maltrato en la infancia suelen presentar un menor desempeño en tareas de inhibición motriz que sus pares sanos. Además, se ha sugerido que el desempeño de un sujeto en una tarea de inhibición puede verse afectado por la presencia de estímulos emocionalmente relevantes, y que los niños con antecedentes de maltrato físico suelen presentar una alta sensibilidad a expresiones emocionales de enojo. Considerando que el maltrato físico infantil se asocia con alteraciones en el funcionamiento de la corteza CPF y por tanto en procesos inhibitorios y emocionales, se desarrolló una investigación cuyo objetivo fue caracterizar la correlación eléctrica cerebral durante una tarea de inhibición motriz con estímulos faciales emocionales en varones de 10 a 16 años con antecedentes de maltrato físico severo.



Participaron 13 menores (varones) con antecedentes de maltrato físico severo (MFI) y 13 sujetos sanos (control) sin dichos antecedentes pareados con los sujetos con maltrato en edad, nivel socioeconómico, grado escolar y CI. Se registró la actividad EEG de los participantes durante su desempeño en una tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales en las siguientes derivaciones: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, C3, C4, P3 y P4; se tomaron muestras de tres segundos con una frecuencia de muestreo de 500Hz y se calculó la correlación interhemisférica e intrahemisférica para cada banda de frecuencia.

En la tarea de inhibición motriz se presentaban rostros con expresiones faciales de alegría, enojo, miedo y neutra. En los ensayos *Go* el sujeto debía presionar el botón derecho del ratón ante la aparición de un rostro femenino y el botón izquierdo ante la aparición de un rostro masculino. En los ensayos *Stop* se escuchaba un sonido 150ms después de que aparecía algún rostro, ante este sonido el sujeto debe evitar presionar cualquier botón. Cada ensayo tenía una duración de 3000 ms (1000 ms del estímulo y 2000 ms del intervalo inter-estímulo). La tarea se conformó de 400 ensayos; 300 ensayos son del tipo *Go* y 100 del tipo *Stop*. Se analizó el EEG en los ensayos *Stop* de forma independiente para cada tipo de estímulo.

Aunque no se encontraron diferencias significativas, se observó una tendencia a que los sujetos del grupo de MFI presentaron, en los ensayos *Stop*, más errores ante los rostros de enojo que ante los de alegría. El grupo MFI presentó menores correlaciones interhemisféricas entre áreas frontales dorsolaterales (F3-F4) y entre áreas centrales (C3-C4) en la banda gamma, también entre F7-F8 en las bandas beta1, beta2 y gamma, así como menores correlaciones intrahemisféricas entre F3-C3 en las bandas delta, beta1, beta2 y gamma, entre F3-P3 en la banda gamma, así como entre F4-C4 y F4-P4



en todas las bandas. En conjunto, los resultados sugieren que a los varones con antecedentes de maltrato en la infancia les resulta más difícil inhibir una respuesta preponderante ante la presencia de estímulos emocionales de enojo, además, dichos sujetos presentan patrones de correlación EEG diferentes a los asociados comúnmente a procesos inhibitorios exitosos. Las diferencias entre las correlaciones se presentaron independientemente de la emoción, lo cual puede sugerir diferencias importantes a nivel cerebral entre los grupos. Es posible que las diferencias esperadas entre grupos en el rendimiento conductual hayan sido atenuadas por el desempeño conductual de sujetos en el grupo control que presentan sintomatología similar a sujetos del grupo MFI y factores que pueden ser generadores de estrés y tener efectos similares en los procesos de inhibición, a pesar de esto, el EEG parece ser una herramienta muy sensible a los efectos que el maltrato físico infantil puede generar en la conectividad cerebral que subyace ciertos procesos cognitivos de alto orden.



## ABSTRACT

Physical child abuse (PCA) can be defined as the generation of behaviors and situations under the control of parents that result in intentional physical injury to children under 18 year of age. Several studies have linked high levels of stress during childhood, and they're associated with abuse events with hyperactivity of the hypothalamic -pituitary-adrenal axis and thus with a hypersecretion of cortisol, which can have cytotoxic effects on cortical development, particularly in prefrontal maturation and hemispheric lateralization. These neuroanatomical abnormalities are associated with the increased of the EEG coherence in the left hemisphere, increased activity in the frontal right hemisphere, and a reduction in volume and gray matter of prefrontal areas. It is known that prefrontal cortex (PFC) plays a critical role in the processes of inhibition of inappropriate motor response, which favor the flexibility of behavior, goal-directed behavior and adaptive behavior. It has been reported that subjects with childhood abuse often have a lower performance on tasks of motor inhibition than healthy peers. Furthermore, it has been suggested that the performance of a subject in a task of inhibition may be affected by the presence of emotionally relevant stimuli, and that children with a history of physical abuse are often highly sensitive to emotional expressions of anger. Whereas children physical abuse is associated with alterations in the functioning of the PFC cortex and both inhibitory and emotional processes, an investigation was carried out aiming to characterize the electrical brain activity during a motor inhibition task with emotional facial stimuli in men from 10 to 16 years with a severe history of physical abuse.

13 children (males) with a history of severe physical abuse (PCA) were included, and 13 healthy subjects (control) without such records were matched with abuse at the age, also their socioeconomic status, grade level and IQ. EEG activities of



the participants was recorded during their performance on a motor inhibition task with emotional stimuli in the following derivations: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, C3, C4, P3 and P4; Samples were taken three seconds with a sampling frequency of 500Hz and the interhemispheric and intrahemispheric correlation for each frequency band was calculated.

During the motor inhibition task, different facial expressions like happiness, anger, fear and neutral were presented. In Go trials the subject had to press the right mouse button with the appearance of a female face and the left button with the appearance of a male face. In Stop trials a sound was heard 150ms after a face appeared, at this sound the subject should avoid pressing any button. Each trial lasted 3000 ms (1000 ms and 2000 ms stimulus inter-stimulus interval). The task was formed by 400 trials; 300 were Go trials and 100 were Stop trials. EEG was analyzed in Stop trials independently for each type of stimulus.

Although no significant differences were found, a trend that PCA group subjects presented in the Stop trials, more errors to angry faces than in the joy were observed. The MFI group had lower interhemispheric correlations between dorsolateral frontal areas (F3-F4) and between central areas (C3-C4) in the gamma band, also between F7-F8 in the beta bands 1, beta 2 and gamma, and lower intrahemispheric correlations between F3-C3 in the bands delta, beta 1, beta 2 and gamma between F3-P3 in the gamma band, and between F4-C4 and F4-P4 in all bands. Overall, the results suggest that men with a history of childhood abuse are more difficult to inhibit a dominant response in the presence of emotional stimuli of anger, it's also said that subjects have different patterns of EEG correlation to processes commonly associated inhibitory successful. Differences between correlations were presented independently of emotion,



which may suggest important differences in the brain between groups. It is possible that the expected differences between groups in behavioral performance have been attenuated by the behavioral performance of subjects in the control group having similar symptomatology to the PCA's subjects and factors that may be generating stress and have similar effects on the processes of inhibition, in despite of this, the EEG seems to a very sensitive tool to the effects of physical infancy child abuse that could generated in the brain connectivity that underlines certain high-order cognitive process.



## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. ANTECEDENTES.....	15
2.1 Maltrato infantil .....	15
2.1.1 Prevalencia .....	16
2.1.2 Maltrato Físico Infantil.....	18
2.1.3 Repercusiones del maltrato infantil.....	20
2.1.3.1 Neurobiológicas y estructurales .....	20
2.1.3.1.1 Amígdala .....	22
2.1.3.1.2 Hipocampo .....	23
2.1.3.1.3 Cuerpo caloso.....	24
2.1.3.1.4 Cerebelo .....	24
2.1.3.1.5 Corteza cerebral.....	25
2.1.3.1.6 Conexiones cerebrales.....	26
2.1.3.2 Conducta y emociones .....	27
2.1.3.3 Cognitivas .....	29
2.2 Funciones ejecutivas .....	31
2.2.1 Modelos de las funciones ejecutivas .....	33
2.2.2 Control inhibitorio.....	36
2.2.2.1 Tipos de control inhibitorio.....	38
2.2.2.1.1 Control inhibitorio motor .....	40
2.2.3 <i>Stop Signal</i> .....	42
2.2.4 Control inhibitorio motor y MFI .....	47
2.2.5 Funciones ejecutivas y los lóbulos frontales .....	48
2.2.6 Desarrollo de las funciones ejecutivas .....	53
2.2.7 Estrés y desarrollo de las funciones ejecutivas .....	55
2.3 Emociones .....	59
2.3.1 Neurofisiología de las emociones .....	60
2.3.2 El reconocimiento emocional.....	62
2.3.3 Maltrato infantil y reconocimiento de emociones.....	64
2.3.4 Emoción y control inhibitorio .....	66
2.4 Actividad Electroencefalográfica.....	72
2.4.1 Análisis EEG.....	73
2.4.2 Actividad EEG y maltrato infantil.....	74



2.4.3 Actividad EEG e inhibición motora .....	76
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	82
4. OBJETIVOS .....	83
4.1 General .....	83
4.2 Específicos .....	84
5. HIPÓTESIS .....	84
5.1 General .....	84
5.2 Particulares .....	84
6. MÉTODO.....	85
6.2 Variables .....	86
6.2.1 Independiente .....	86
6.2.2 Dependientes .....	87
6.3 Participantes .....	87
6.4 Instrumentos .....	89
6.4.2 Caracterización de la muestra.....	92
6.5 Tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales .....	94
6.6 Registro y análisis EEG.....	96
6.7 Procedimiento .....	97
6.8 Análisis estadístico.....	100
7. RESULTADOS.....	101
7.1 Caracterización de la muestra .....	101
7.2 Tarea <i>Stop-Signal</i> con estímulos emocionales .....	103
7.3 Correlación Electroencefalográfica.....	105
7.3.1 Correlación interhemisférica (r-inter) .....	105
7.3.2 Correlación intrahemisférica (r-intra) .....	107
8. DISCUSIÓN .....	112
8.1 Desempeño conductual .....	112
8.2 Electroencefalograma.....	119
9. CONCLUSIONES .....	129
ANEXO I. ....	161
Dictamen del comité de ética al proyecto de investigación .....	161
ANEXO II. ....	163
Pilotaje de la tarea experimental .....	163



## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio del cerebro ha favorecido la obtención de conocimiento acerca del funcionamiento del centro de control del ser humano. Dicho conocimiento no sólo ha permitido entender los procesos que realiza, sino también detectar anomalías y diseñar intervenciones encaminadas a corregirlas. La relevancia del presente estudio no radica exclusivamente en generar mera información, sino que ésta aporta soluciones a distintos problemas sociales.

El maltrato físico infantil (MFI) es un problema social cada vez más frecuente, éste afecta a una población importante tanto a nivel mundial como nacional. Según una encuesta realizada por el INEGI en 1999, el 11% de los individuos entre los 5 y 19 años ha vivido violencia física (INEGI, 2000). Este fenómeno puede definirse como el daño físico en el menor mediante el uso de la fuerza corporal por parte del padre o cuidador de forma no accidental (Morán, 2004).

Desde su constitución como ciencia a finales del siglo XIX, la psicología ha insistido en que los individuos que sufrieron maltrato en la infancia tienen mayor probabilidad de presentar alteraciones psicopatológicas. Investigaciones recientes realizadas en adultos han demostrado consistentemente la relación entre el MFI con ciertos trastornos de personalidad (principalmente disocial y límite), el abuso de sustancias, las conductas delictivas y trastornos psicopatológicos diversos (bipolar, depresión y ansiedad) (Johnson, Cohen, Brown, Smailes & Bernstein, 1999). A pesar de esto, se cuenta con poco conocimiento acerca del impacto que el MFI ejerce sobre el desarrollo de la conducta, afectividad y cognición de los niños.

La literatura ha sugerido que el MFI generalmente altera el desarrollo normal del niño ya que, además de las consecuencias médicas inmediatas, éste se encuentra



sometido a niveles de estrés crónico que provocarán importantes secuelas a nivel cerebral, y con ello con alteraciones en el comportamiento, la afectividad y la cognición (Mesa-Gresa & Moya-Albiol, 2011). Además, múltiples estudios han mostrado una relación entre el MFI y déficits en el funcionamiento ejecutivo (De Prince, Weinzierl & Combs, 2009; Spann et al., 2012).

También, el MFI se ha relacionado con cambios a nivel neurobiológico, ya que como cualquier estresor crónico severo, el MFI genera una hiperactividad del eje hipotalámico-hipofisiario-adrenal y por consiguiente, una hipersecreción de cortisol, el cual tiene un efecto citotóxico en el sistema nervioso central (SNC). De igual manera, se han reportado anomalías anátomo-funcionales en estructuras como la corteza prefrontal (CPF), el hipocampo, la amígdala, el giro temporal superior, el cerebelo y el cuerpo calloso (De Bellis, 2005; Teicher, Dumont, Ito, Vaituzis, Giedd & Andersen, 2004). Algunos estudios mediante el registro de la actividad eléctrica cerebral (EEG) han mostrado que los niños maltratados presentan una mayor afectación del hemisferio izquierdo caracterizada por mayor coherencia y menor activación en este hemisferio (Ito, Teicher, Glod & Ackerman, 1998; Miskovic, Schmidt, Georgiades, Boyle & MacMilla, 2009).

El MFI se asocia además con deficiencias en la capacidad de inhibición (Mezzacappa, Kindlon & Earls, 2001), proceso que se sabe es afectado por las emociones. A este respecto se ha observado que la presencia de estímulos emocionales reduce la velocidad de la supresión (inhibición) de una conducta motriz en marcha (Verbruggen & De Houwer, 2007). Es posible que el efecto de las emociones sobre la inhibición sea mayor en los niños con MFI, pues éstos presentan una mayor sensibilidad a emociones de enojo (Pollak, 2003).



Por otra parte estudios de EEG e inhibición motriz en personas sanas han reportado un incremento de la sincronización interhemisférica frontal en las bandas alfa y beta, e intrahemisférica entre las áreas centrales, frontales y parietales en la banda theta durante la inhibición de una respuesta motriz (Shibata et al. 1998; Swann et al., 2012). Dado que los niños con MFI presentan alteraciones en la actividad EEG, así como deficiencias en la inhibición motriz, es probable que sus patrones electroencefalográficos ante tareas de inhibición sean distintos a los observados en niños sin abuso.

Desde esta perspectiva, es claro entonces que el MFI afecta de manera importante diferentes capacidades superiores del ser humano, como lo es el control inhibitorio motriz, sin embargo no hay suficientes estudios que aborden de manera específica algún proceso afectado por el MFI en niños, relacionado con el aspecto emocional, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del maltrato físico en la organización eléctrica cerebral durante una tarea de inhibición motriz con estímulos faciales emocionales en varones de 10 a 16 años.

La relevancia del presente estudio radica en que la gran mayoría de las investigaciones en torno al tema abordan secuelas del MFI en la adultez, sin embargo, son menos los estudios que, como el aquí propuesto, analizan las raíces de tal problemática en la niñez.

En esta investigación se analizó el impacto de los estímulos emocionales en la inhibición motriz y en la actividad EEG subyacente. Si bien, se sabe que los niños víctimas de maltrato presentan dificultades para inhibir respuestas motoras impulsivas, se desconoce, a nivel experimental, cómo los estímulos emocionales pueden influir en ésta.

Se considera que los datos arrojados por esta investigación pueden favorecer los siguientes aspectos:

- a) Detectar marcadores biológicos de la impulsividad que pudieran llevar tanto a un mejor diagnóstico, como para probar la efectividad de terapias psicoeducativas y farmacológicas.
- b) Proponer la elaboración de mejores estrategias psicoeducativas, ya que un niño con poca capacidad de inhibición motriz tiende a verse inmerso constantemente en situaciones de alto riesgo que pueden poner en peligro tanto su integridad como la de los que lo rodean, además de comprometer su comportamiento y la calidad de su desarrollo dentro del contexto en el que se desenvuelve. Debido a esto, resulta fundamental el estudio del proceso de inhibición en estos niños para potenciar el desarrollo de estrategias que favorezcan el desempeño y desarrollo adecuado del niño impulsivo.

En el primer capítulo del presente estudio se revisaron los antecedentes. En primera instancia, se abordó de manera general el maltrato infantil, empezando por su definición, clasificación y su prevalencia, para después pasar al maltrato físico específicamente y sus repercusiones en diferentes aspectos.

El segundo capítulo comprende las funciones ejecutivas, partiendo de su definición, para seguir con los distintos modelos que se han propuesto. Se describió la función ejecutiva pertinente al estudio, la cual es el control inhibitorio, así como la tarea utilizada *Stop-signal*. De igual manera se revisó la relación entre las funciones ejecutivas y los lóbulos frontales, el desarrollo de dichas funciones y la manera en que el estrés puede influir en el mismo.



El tercer capítulo abordó el tema de las emociones, su neurofisiología, el reconocimiento emocional y su relación con el maltrato infantil. En el cuarto capítulo se revisó información del EEG y análisis del mismo. También se revisaron datos de estudios con EEG, inhibición motora y maltrato infantil.

En los siguientes capítulos se presentaron el planteamiento del problema, los objetivos, las hipótesis, las variables y la metodología, por último se presentaron los resultados obtenidos, la discusión y las conclusiones.



## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Maltrato infantil

El síndrome de maltrato o abuso infantil, se puede definir como todo daño producido en un niño a consecuencia de una agresión directa o negligencia en su cuidado (Giménez, Pérez, Dujovny & Díaz, 2007). Aquí se incluyen los daños físicos, psicológicos y sociales, producidos en individuos de entre 0 y 17 años, por agresiones esporádicas o más frecuentemente reiteradas, tanto por sus progenitores como de familiares, conocidos o extraños. El maltrato puede ser ejecutado por omisión, supresión, o trasgresión de los derechos individuales y colectivos e incluye el abandono completo o parcial (UNICEF, 2006). Dentro de esta amplia definición, se pueden distinguir cuatro grupos diferentes: maltrato físico, abuso sexual, abandono o negligencia en su cuidado o atención médica, y maltrato psicológico o emocional (Giménez, Pérez, Dujovny & Díaz, 2007). El MFI es la generación, desarrollo y/o promoción activa de conductas, sucesos y situaciones bajo el control de los padres que se traducen en lesiones físicas intencionales causadas a un menor de 18 años (Sanmartín, 2008). El maltrato emocional o psicológico se refiere a formas de hostilidad verbal crónica como insultos y amenazas de abandono, así como al constante bloqueo de las iniciativas de interacción infantiles por parte de un adulto, esto incluye formas de atemorizar, humillar o rechazar al menor (Cicchetti & Toth, 2005). Por último, la organización panamericana de la salud (2003, p. 66) define el abuso sexual como el acto en que una persona usa a un niño para su gratificación sexual, mientras que la negligencia como la falta de toma de medidas para promover el desarrollo del niño en una o varias de las siguientes áreas: la salud, la educación, el desarrollo emocional, la nutrición, el amparo y las condiciones de vida seguras por parte de los padres.



### 2.1.1 Prevalencia

Faraone (2000) menciona que la mayoría de los casos de MFI y negligencia se presenta en niños menores de tres años y dentro de ese grupo, cerca del 40% en menores de un año, siendo ligeramente más frecuente en varones. Esto podría relacionarse en primer lugar con el hecho de que el niño a edades tempranas dispone de pocas posibilidades de evitar el castigo y en segunda instancia con que el niño pequeño demanda en permanencia más cuidados que el niño cuyo proceso de autonomía se encuentra más avanzado. Mientras que la mayor frecuencia en varones podría relacionarse con aspectos culturales de la formación de la identidad de género.

Pinheiro (2006) menciona que las poblaciones de América Latina y el Caribe poseen los mayores índices de maltrato, que afectan principalmente a mujeres, niños y niñas. Particularmente, la violencia contra menores suele manifestarse en las familias por medio del castigo físico como forma de disciplina, el abuso sexual, el abandono y la explotación económica.

La Organización Panamericana de la Salud (2003) considera que en América Latina y el Caribe el castigo físico contra los niños es una práctica generalizada que se considera como forma de educar y que se presenta en mayor cantidad cuando los niños son más pequeños.

En México el registro sistemático del maltrato infantil es relativamente reciente y la inconsistencia de algunas cifras refleja que en ocasiones no se le da la atención suficiente a este fenómeno, con frecuencia el total de casos atendidos es superior al de casos denunciados, por lo que los registros pueden no ser claros sobre la cantidad de casos totales de menores maltratados.



No obstante, se cuenta con información proveniente de las procuradurías de la Defensa del Menor y la Familia, así como de los DIF estatales, reportada por el Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP), la cual puede permitirnos un diagnóstico nacional aproximado de este problema. Dicha información revela que entre 1999 y 2004 se recibieron 147,153 denuncias, de las cuales sólo en el 59 % de los casos se comprobó el maltrato; de estos, el tipo de maltrato más frecuente fue el físico con un 30% seguido de la negligencia y el maltrato psicológico o emocional respectivamente, del resto de los casos se carece de información. Otro dato interesante es que en el periodo comprendido entre 1999-2003, el 18.7% de menores atendidos por maltrato infantil su rango de edad fluctuó entre 0-3 años; el 12.1% entre los 3 y 5 años, mientras que el mayor porcentaje se presentó en niños de 6 a 12 con un 40.1%. (CESOP, 2005).

Por otro lado, el INEGI (2000) reportó en su Encuesta de violencia intrafamiliar realizada en 1999 que el 11% de la población en México con edades comprendidas entre los 5 y 19 años ha vivido maltrato físico.

En el 2003 se registraron en Jalisco 1,173 denuncias de maltrato infantil comprobándose este tipo de maltrato en el 81.1% de los casos, siendo el maltrato físico el predominante con un 29.7%, seguido del emocional y la omisión de cuidados en un 16.3% y 9.7%, respectivamente (INEGI, 2008). Cifras más recientes indican que en el 2009 se registraron cerca de 40,149 casos de maltrato en menores (INEGI, 2013).

En Guadalajara, Jalisco; los registros del departamento de pediatría del hospital civil Juan I. Menchaca reflejan un aumento de los casos de síndrome del niño maltratado del 2007 al 2009. Presentándose 182 casos en el 2007, 296 en el 2008 y 359 casos en el 2009. Dando un total de 837 casos en dicho periodo. De los cuales 439 casos corresponden al género masculino y 398 al femenino. Con respecto a la edad, los



niños con edades de entre 28 días y dos años cubren el mayor porcentaje con un 30.77%, seguido de los niños con edades que van entre los 2 y 6 años con un 23.6% y un 16.5% de los niños recién nacidos. Niños de 10 a 18 y de 6 a 10 años cubren un 12.2% y un 11.5% respectivamente (Barriga, Comunicación personal, 2011).

### **2.1.2 Maltrato Físico Infantil**

El MFI representa una de las formas de maltrato con mayor prevalencia, éste se puede caracterizar por el daño físico en el menor mediante el uso de la fuerza corporal por parte del padre o cuidador de forma no accidental (Morán, 2004).

El maltrato físico también puede ser considerado como un hecho particular, dentro del fenómeno más amplio del maltrato infantil en general. Faraone (2000) caracteriza el MFI como cualquier acto intencional producido por un padre o cuidador que cause o pudiera haber causado lesiones o daños físicos a un niño, estén relacionados o no con la disciplina.

Es posible detectar el MFI mediante ciertos indicadores como pueden ser la presencia de lesiones. Sin embargo, en la mayoría de los casos no suelen aparecer dichas lesiones aun tratándose de maltrato físico. Debido a esto, se han descrito varios criterios de los cuales ha de cumplirse uno para identificar este tipo de maltrato (García, 2006):

- Que al menos en una ocasión se haya percibido alguna lesión.
- Que no se ha percibido algún indicador pero se tiene un conocimiento certero de alguno. Como lo pueden ser moretones, quemaduras, fracturas, heridas o lesiones internas.

- Constancia de que los padres o tutores utilizan un castigo corporal excesivo con el niño.

La organización panamericana de la salud (2003) distingue dos tipos de maltrato físico de acuerdo a su gravedad: maltrato físico severo y maltrato físico moderado. Dentro del maltrato severo se incluyen conductas como golpear al niño con un objeto (no en las nalgas), patear al niño, quemaduras, asfixia y amenaza con cuchillo o arma de fuego. Mientras que dentro de las formas de maltrato físico moderado se incluyen las nalgadas, bofetadas, pellizcos, forzar al niño a permanecer en una posición incómoda y jalones de oreja.

Al ser la infancia un periodo de vida caracterizado por enormes cambios, el establecimiento de criterios estándares sobre los cuales valorar los efectos del maltrato infantil puede resultar complicado (Pino & Herruzo, 2000), sin embargo, diversos estudios han permitido un acercamiento a dichos efectos.

El MFI puede producir tanto daños físicos como emocionales y sociales. A nivel físico, en primera instancia, puede tener consecuencias como lesiones cutáneas, quemaduras, lesiones bucales, lesiones óseas, lesiones internas como lo pueden ser traumatismos craneales e incluso la muerte (Pino & Herruzo, 2000). Dentro de los daños emocionales, el MFI puede ocasionar problemas de autocontrol y en la valoración de su propia imagen. En el aspecto social las víctimas de MFI pueden experimentar dificultades para establecer vínculos sociales, desconfianza de otros, complacencia excesiva con las figuras de autoridad y tendencia a resolver problemas de manera violenta (Azaola, 2006).

## **2.1.3 Repercusiones del maltrato infantil**

### **2.1.3.1 Neurobiológicas y estructurales**

Se ha relacionado el maltrato en edades tempranas con alteraciones irreversibles, ya que el desarrollo del cerebro continúa durante la infancia, la adolescencia y se extiende hasta la edad adulta (Giménez et al., 2007). De manera que las experiencias traumáticas o el estrés crónico durante la infancia tienen un impacto importante en el desarrollo psicológico y neurobiológico del niño, particularmente en el desarrollo de habilidades complejas y conexiones neuronales que terminan su desarrollo en la adolescencia y adultez (Lee & Hoaken, 2007).

El estrés que puede provocar el maltrato infantil se ha asociado con alteraciones en sistemas neurobiológicos altamente involucrados en la maduración cerebral, el desarrollo cognitivo y la regulación emocional y del comportamiento (De Bellis, 2005). De la misma manera, se ha relacionado con cambios intrínsecos que afectan a nivel neurobiológico a neurotransmisores, hormonas neuroendocrinas y factores neurotróficos fundamentales en el desarrollo normal del cerebro (Grassi, Ashy & Stein, 2008).

El maltrato en la infancia temprana parece tener un impacto especialmente importante en el desarrollo neurológico ya que en esta etapa se da un crecimiento neuronal rápido y la neuroplasticidad es elevada lo cual representa una sensibilidad importante del cerebro al ambiente (Lee & Hoaken, 2007).

La constante exposición a situaciones estresantes en la infancia puede provocar una respuesta anormal del eje Hipotalámico-Hipofisiario-Adrenal (HPA), el cual juega un papel vital en la respuesta y adaptación del organismo a una situación de estrés. Una hipo o hiper actividad del eje HPA puede tener efectos deletéreos en el desarrollo cerebral.



Existen varios estudios que relacionan alteraciones a nivel neurobiológico con el maltrato infantil, De Bellis y colaboradores (1999a) encontraron que niños maltratados con trastorno de estrés postraumático (TEPT) presentan niveles significativamente altos de norepinefrina y concentraciones mayores de cortisol en orina en comparación con niños muy ansiosos y niños sanos, esto en condiciones basales. Otro estudio que parece confirmar esto, es el estudio de Lemieux & Coe (1995) en el cual estudiaron los niveles de cortisol y norepinefrina en condiciones basales mediante la orina en mujeres víctimas de abuso infantil y con TEPT. En dicho estudio se observaron niveles elevados de cortisol, norepinefrina, epinefrina y dopamina en los sujetos con estrés postraumático con respecto a los controles.

En niños, Carrion, Weems, Ray, Glaser, Hessel & Reiss (2002) realizaron un estudio en el cual midieron los niveles de cortisol en saliva durante tres días. La muestra fue de 30 niños y 21 niñas cuyo promedio de edad fue 10.7 años con algún tipo de experiencia traumática y síntomas de TEPT y 31 niños sin alguno de estos padecimientos. Las muestras de saliva se recolectaron cuatro veces al día; antes del desayuno, antes de la comida, antes de la cena y antes de dormir. Se encontraron, en condiciones basales, niveles de cortisol significativamente elevados en los niños del grupo clínico en comparación con los niveles registrados en el grupo control. Así mismo, se observó que las niñas con TEPT presentaron niveles de cortisol significativamente más altos que los niños con el mismo padecimiento.

Heim y colaboradores (2000) estudiaron la respuesta del eje HPA ante una situación estresante en mujeres con edades de 18 a 45 años con antecedentes de abuso físico y sexual en la infancia. Para esto tomaron muestras de sangre así como mediciones del ritmo cardiaco en tres momentos: antes, durante y después de una prueba la cual demandaba a las participantes hablar en público y resolver problemas



aritméticos frente a una audiencia. Al respecto se encontró que las mujeres con abuso infantil mostraron mayores niveles de adrenocorticotropina y cortisol, así como un ritmo cardíaco acelerado con respecto a los sujetos controles. Esto pudo observarse con mayor claridad particularmente en mujeres con síntomas actuales de depresión y ansiedad.

En general, sujetos con experiencias traumáticas en la infancia suelen presentar niveles de cortisol elevados en comparación con sujetos sanos. Aunque el incremento en la secreción de glucocorticoides es clave para la adaptación del organismo a la situación de estrés, la exposición excesiva y prolongada a estas hormonas puede causar daños en el cerebro (Van der Kolk, 2003), como la pérdida acelerada de neuronas, retrasos en el proceso de mielinización, alteraciones en el desarrollo normal de la poda neural, e inhibición en la neurogénesis (De Bellis, 2005), lo anterior depende en parte de la edad de inicio y de la duración de dicho maltrato (Mesa-Gresa & Moya-Albiol, 2011).

Algunas áreas pudieran resultar especialmente vulnerables a experiencias tempranas de estrés debido a que presentan una alta densidad de glucocorticoides y un grado importante de neurogénesis posnatal (Grassi-Oliveira, Ashy & Stein, 2008). Algunas de estas estructuras en las que se han reportado anormalidades asociadas al maltrato en la infancia son la amígdala, el hipocampo, el cuerpo calloso y la corteza cerebral.

#### **2.1.3.1.1 Amígdala**

El estrés temprano puede tener repercusiones en la composición de la subunidad del complejo supramolecular del GABA<sub>A</sub> en la amígdala, lo cual puede reducir la densidad de los receptores centrales a benzodiazepinas y aumentar la afinidad de los receptores al GABA<sub>A</sub>, estos fenómenos pueden acelerar la actividad del lóbulo temporal o del sistema límbico y producir lo que se denomina “irritabilidad límbica” (Teicher,



Andersen, Polcari, Anderson, Navalta & Kim, 2003). Se ha reportado que sujetos maltratados en la infancia muestran una hiperactivación de la amígdala ante ciertos tipos de estímulos en comparación con sus controles (Dannlowski et al., 2012).

Estudios con resonancia magnética han sido sumamente útiles para detectar diferencias a nivel estructural entre sujetos con antecedentes de maltrato infantil y sujetos sin éste tipo de experiencias. A este respecto, Weninger, Lange, Sachsse e Irle (2009) encontraron volúmenes significativamente reducidos en la amígdala de mujeres con TEPT y trastorno límite de la personalidad con antecedentes de maltrato en la infancia en comparación con sujetos controles. Resultados similares fueron encontrados por Driessen, Herrmann & Stahl (2000), quienes encontraron un volumen menor de la amígdala en mujeres con experiencia de trauma en edades tempranas. Por otro lado, Andersen, Tomada, Vincow, Valente, Polcari & Teicher (2008) no encontraron diferencias significativas en los volúmenes de la amígdala entre un grupo de sujetos sanos y un grupo de sujetos que fueron víctimas de abuso sexual en la infancia.

#### **2.1.3.1.2 Hipocampo**

Al igual que en la amígdala, algunos estudios han mostrado volúmenes menores en el hipocampo de sujetos adultos con maltrato en la infancia (Bremner et al. 1997; Bremner et al. 2003). Tal es el caso de un estudio realizado por Andersen y colaboradores (2008), los cuales reportaron menores volúmenes del hipocampo en sujetos con experiencias de abuso sexual en la infancia que tuvieron lugar entre los 3 y 5, y entre los 11 y 13 años.

Contrario a esto, estudios realizados con niños no han encontrado diferencias significativas entre el volumen del hipocampo de niños maltratados con niños controles (De Bellis et al., 1999b; Carrion et al., 2001), lo que podría sugerir que los daños asociados al estrés en el hipocampo pudieran ser evidentes durante el desarrollo

pospuberal. Se ha propuesto que el maltrato podría relacionarse con una pequeña reducción en el hipocampo y el desarrollo de TEPT podría maximizar dicho efecto (Hart & Rubia, 2012).

#### **2.1.3.1.3 Cuerpo calloso**

El cuerpo calloso suele ser vulnerable a la constante exposición temprana a altos niveles de hormonas de estrés, ya que éstas pueden suprimir la división celular glial necesaria para la mielinización (Teicher et al., 2003).

Andersen et al. (2008) encontraron un menor volumen en el cuerpo calloso en sujetos adultos que fueron víctimas de abuso durante la infancia, específicamente entre los 9 y 10 años. En otro estudio realizado por De Bellis y colaboradores (1999b) se reportaron volúmenes de cuerpo calloso menores en sujetos con TEPT en comparación con sujetos sanos. Posteriormente, Teicher et al. (2004) encontraron resultados similares, cuando compararon el volumen del cuerpo calloso de niños víctimas de abuso y negligencia con niños sanos; al respecto encontraron que el cuerpo calloso de los niños víctimas de abuso y negligencia fue 17% menor que el de los niños sanos. Esto puede repercutir en una disminuida comunicación entre los hemisferios cerebrales, lo cual pudiera ocasionar una marcada lateralización en el procesamiento hemisférico.

#### **2.1.3.1.4 Cerebelo**

El cerebelo, es otra estructura que tiene un desarrollo posnatal considerable, algunos estudios han reportado diferencias en el volumen cerebelar de sujetos que han padecido maltrato en comparación con sus controles, tal es el caso de un estudio realizado por De Bellis y Kuchibhatla (2006). En este trabajo los autores analizaron y compararon volúmenes del cerebelo en niños y adolescentes víctimas de maltrato con TEPT con los volúmenes de sujetos sanos y encontraron volúmenes significativamente menores en el grupo de sujetos víctimas de maltrato y TEPT. En un estudio posterior,



Carrion, Weems, Watson, Eliez, Menon y Reiss (2009), reportaron menores volúmenes en cerebelo en sujetos de 7 a 14 años con antecedentes de maltrato y TEPT en comparación con sus respectivos controles.

### **2.1.3.1.5 Corteza cerebral**

Altos niveles de estrés temprano pueden afectar el desarrollo cortical, principalmente en la maduración prefrontal y en la lateralización hemisférica. Se ha reportado una reducción de la materia gris en la corteza del cíngulo anterior de niños maltratados (Kitayama, Quinnb & Bremner, 2006; Thomaes et al., 2010), así como en las áreas visuales V2 y el giro lingual derecho (Thomaes et al., 2010; Tomoda, Polcari, Anderson & Teicher, 2012).

Andersen et al. (2008), encontraron un menor volumen de la corteza prefrontal en sujetos adultos con antecedentes de abuso sexual alrededor de los 14 y 16 años. Por otro lado, Tomoda, Suzuki, Rabi, Sheu, Polcari y Teicher (2009), encontraron volúmenes significativamente menores en la materia gris en el giro frontal medial derecho (corteza prefrontal media) en adultos jóvenes que fueron víctimas de MFI. En promedio se registró una reducción del 19.1% de la materia gris en dicha área en las víctimas de maltrato en comparación con sujetos sanos.

Recientemente, De Brito et al. (2013), reportaron diferencias significativas en la materia gris de la corteza orbitofrontal medial y el giro temporal medial izquierdo de niños con maltrato con respecto a niños sin maltrato. En dicho estudio los sujetos maltratados no presentaban alguna psicopatología ni estaban separados de su familia. También se controlaron las variables de la edad, raza, género y CI. Los resultados mostraron una reducción en la materia gris de la corteza orbitofrontal medial y el giro temporal medial izquierdo de los niños con maltrato en comparación con sus pares sin maltrato. Los autores mencionan que dichas áreas están implicadas en la toma de



decisiones, la regulación emocional y la memoria autobiográfica, procesos que suelen verse afectados en trastornos psiquiátricos asociados al maltrato, por lo cual concluyen que dicha alteración en la materia gris puede representar un factor de riesgo neurobiológico para desarrollar alguna psicopatología.

#### **2.1.3.1.6 Conexiones cerebrales**

Algunos estudios de tractografía han evaluado la conectividad estructural en el cerebro de sujetos con historias de maltrato infantil, al respecto, se ha reportado un decremento en la densidad de la materia blanca del fascículo uncinado izquierdo de niños post-institucionalizados víctimas de privación socio-emocional. El fascículo uncinado conecta la corteza orbitofrontal con la zona anterior del lóbulo temporal, incluyendo a la amígdala (Eluvathingal et al., 2006). En otro estudio, Choi, Jeong, Rohan, Polcari y Teicher (2009) evaluaron el efecto de la violencia verbal severa en la conectividad cerebral en adultos jóvenes, ellos encontraron un decremento en la densidad de tres tractos de sustancia blanca: el fascículo arqueado izquierdo, el haz del cíngulo, el cual conecta áreas límbicas con la neocorteza, y el fórnix izquierdo. El fascículo arqueado conecta el área de Wernicke en la unión temporo-parietal con el área de Broca en la circunvolución frontal inferior y proporciona una vía a la corteza prefrontal, mediante la cual puede recibir y modular información auditiva (Makris et al., 2005). Por otro lado, el fórnix conecta entre sí el sistema septo-hipocámpico, proporcionando una vía para la serotonina que va desde el núcleo del rafé en el cerebro medio al hipocampo, y juega un papel importante en la mediación de la ansiedad (Degroot & Treit, 2004). Al obtener estos resultados, Choi y colaboradores (2009) sugieren que en dichas anomalías pueden subyacer algunos de los déficits en la regulación del lenguaje y emocional que se han reportados en niños víctimas de maltrato.

Wang y colaboradores (2013) publicaron un estudio en el cual realizaron un mapeo de la conectividad funcional cerebral en estado de reposo en tres grupos de adultos, dos de los grupos se conformaron de sujetos con trastorno depresivo mayor los cuales se diferenciaron en que un grupo presentaba antecedentes de negligencia y el otro no, el tercer grupo se conformó de sujetos sanos. En relación al grupo control, los grupos con trastorno depresivo mayor presentaron una reducción en la conectividad funcional bilateral en la CPF ventromedial y en la corteza del cíngulo anterior. Por otro lado, el grupo de trastorno depresivo mayor y negligencia en la infancia presentó una reducción generalizada de la conectividad funcional en el circuito prefrontal-límbico-talámico-cerebelar en comparación con el grupo depresivo sin antecedentes de negligencia, además, dichas alteraciones se correlacionaron de manera significativa con los niveles de negligencia.

### **2.1.3.2 Conducta y emociones**

Parece existir un vínculo importante entre el maltrato infantil y problemas conductuales. En general, los niños víctimas de MFI crónico muestran mayores problemas de conducta y de adaptación que los niños maltratados de manera transitoria y aquellos que no han sido maltratados (García, 2006).

El maltrato sufrido por los niños podría favorecer en ellos el desarrollo de conductas que procuren la supervivencia del individuo, dichas conductas resultarían adaptativas dentro de ese contexto, sin embargo, pueden dificultar la interacción social en otros contextos (Pino & Herruzo, 2000).

Milner y Crouch (2004) han clasificado las consecuencias del maltrato sufrido en relación con la edad. Ellos sugieren que en bebés hay un apego inseguro hacia el cuidador agresor, el cual parece ser un factor fundamental para el desarrollo intelectual, lingüístico y social de los niños. A este respecto, García (2006) menciona que el apego



inseguro podría producir con el tiempo la promoción de la sensación de inseguridad, una menor independencia y locus de control externo con dificultades de afrontamiento adaptativo.

Milner y Crouch (2004) señalan que el maltrato durante la niñez media o tardía, se acompaña frecuentemente de deficiencias emocionales y de comportamiento, como lo pueden ser baja autoestima, agresividad excesiva, conductas autodestructivas, hiperactividad y desobediencia. Pino y Herruzo (2000) sugieren que la conducta antisocial y agresiva puede ser debida al maltrato padecido y, a su vez, ésta puede ser la conducta que altera las relaciones familiares llevando a un castigo físico o verbal, de esta manera el maltrato puede hacerse crónico y sus efectos tienden a amplificarse.

Se ha observado que los niños víctimas de maltrato presentan agresividad, una mayor reacción exacerbada a la frustración, menor capacidad de empatía y ciertas dificultades para la interacción social (Pino & Herruzo, 2000). Así mismo, estos niños suelen presentar trastornos como depresión, problemas de conducta y delincuencia, así como trastornos de conducta antisocial (Jaffee et al., 2005). Con relación a lo anterior, Mills (2004) menciona que los niños que viven situación de maltrato en la edad preescolar generalmente son más agresivos y menos cooperativos. Frías y Gaxiola (2008) refieren que estos niños constantemente tienen mayor riesgo de desarrollar problemas emocionales a nivel clínico. Así mismo, los niños maltratados constantemente presentan dificultades para expresar y regular estados emocionales (Pollak, Cichetti, Hornung, & Reed, A. et al., 2000). En la adolescencia, el maltrato físico puede ocasionar problemas similares a los de la etapa anterior; además, puede dar lugar a problemas en relación a drogas y delincuencia (Milner & Crouch, 2004).

### 2.1.3.3 Cognitivas

El maltrato infantil puede relacionarse con bajo rendimiento académico, menor cociente intelectual, dificultades de aprendizaje y déficits en procesos cognoscitivos específicos, deficiencias que parecen ser más drásticas en los niños que padecen TEPT (Beers & De Bellis, 2002; Mesa-Gresa & Moya-Albiol, 2011; Palmer et al., 1999; Rogness, Amrung, Macedo, Harris & Fisher, 1986; Watts-English, Fortson, Gibler, Hooper, & De Bellis, 2006). Pino y Herruzo (2000) mencionan que de manera general los niños víctimas de maltrato presentan un menor desarrollo cognitivo, mayor impulsividad, dificultades para mantener la atención y su persistencia en las tareas de enseñanza-aprendizaje es menor. Lo que se traduce en dificultades en la resolución de problemas y un pobre desempeño académico.

Particularmente, se ha observado que los niños maltratados con TEPT muestran también deficiencias en el aprendizaje y la memoria verbales (Beers & De Bellis, 2002; Yasik, Saigh, Oberfield & Halamandaris, 2007), así como en la memoria de trabajo (DePrince et al., 2009; Samuelson, Krueger, Burnett & Wilson, 2010) y en el funcionamiento ejecutivo (Carpenter et al., 2011; Mezzacappa, Kindlon & Earls, 2001). Con respecto a esto último, existe una dificultad importante para mantener la atención (Beers & De Bellis, 2002), una deficiente capacidad de inhibición (Mezzacappa, Kindlon & Earls, 2001) y niveles altos de impulsividad, la cual se encuentra correlacionada con la intensidad del maltrato (Fernández, Pérez & Carrasco, 2002).

Bremner, Randall, Capelli, Scott, McCarthy y Charney (1995) encontraron menores puntajes en tareas de memoria verbal a corto plazo en adultos sobrevivientes a maltrato en la infancia en comparación con sus controles, también se encontró una correlación significativa entre la severidad del maltrato y los déficits presentados en la memoria a corto plazo. Sin embargo, no encontraron diferencias significativas en el CI



entre ambos grupos, cabe mencionar que en dicho estudio los sobrevivientes de maltrato presentaban TEPT.

Majer, Nater, Lin, Capuron y Reeves (2010), evaluaron el desempeño cognitivo en tareas de memoria, funcionamiento ejecutivo y atención en sujetos adultos sanos con y sin experiencias de maltrato en la infancia, ellos encontraron que el maltrato en la infancia se asocia de manera significativa con deficiencias en memoria a largo plazo y memoria de trabajo.

Recientemente, se han encontrado alteraciones en el funcionamiento ejecutivo de adolescentes víctimas de maltrato, aún cuando estos no padecen alguna psicopatología. Spann et al. (2012), encontraron un menor rendimiento de adolescentes con maltrato en una tarea que evalúa flexibilidad cognitiva (Wisconsin Card Sorting Test), con respecto a sus pares sin maltrato. En ninguno de los dos grupos evaluados en el estudio hubo presencia de psicopatología, lo que podría sugerir que no necesariamente tiene que existir psicopatología para que el maltrato tenga consecuencias a largo plazo en diferentes áreas.

Como se puede apreciar en los párrafos anteriores, el maltrato físico infantil es un problema con una prevalencia considerable en Latinoamérica que puede tener consecuencias médicas importantes a corto plazo, de igual manera se han asociado a este fenómeno alteraciones a largo plazo a nivel emocional, social y físico. Además se ha sugerido la presencia de secuelas a nivel cerebral, entre las que destacan alteraciones anátomo-funcionales y en sistemas neurobiológicos involucrados en la maduración cerebral, el desarrollo cognitivo, la regulación emocional y el comportamiento.

## 2.2 Funciones ejecutivas

Hablar de funciones ejecutivas, es hablar de un conjunto complejo de procesos orientados de manera general al control y la regulación del comportamiento. Desde antes de que se utilizara el concepto de funciones ejecutivas para referirse a estos procesos, ya se hablaba de los procesos que este constructo comprende (Tirapu, García, Luna, Verdejo & Ríos, 2012).

El origen del concepto de función ejecutiva tiene antecedentes en Luria (1973), ya que identificó a los lóbulos frontales como una zona vital en la organización intelectual, así como en la programación y monitoreo de la conducta. A partir de esto Baddeley y Hitch (1974), describieron la función ejecutiva como “un centro ejecutivo” que posteriormente Lezak (1983) definió como una dimensión de la conducta humana que tiene que ver con la manera en que el comportamiento es expresado. A partir de entonces, se han establecido muchas definiciones de las funciones ejecutivas, revisemos algunas.

Algunas definiciones enfatizan la carga cognitiva en el funcionamiento ejecutivo como la de Shallice (1982), que define a las funciones ejecutivas como los procesos que asocian ideas, movimientos y acciones simples y los orientan a la resolución de conductas complejas. Otra definición encaminada a elementos cognitivos como pilares de la función ejecutiva es la de Royall y colaboradores (2002), que consideran que el término “funciones ejecutivas” engloba un conjunto de habilidades responsables de la planeación, iniciación, secuenciación y monitoreo de conductas complejas dirigidas a metas.

Trujillo y Pineda (2008), integran en su definición componentes emocionales y motivacionales al considerar la función ejecutiva como un conjunto de habilidades cognitivas, emocionales y motivacionales que emergen de circuitos y estructuras



particulares de los lóbulos frontales, con un gradiente de especialización y jerarquía funcional. Por otro lado Cadavid (2008) entiende las funciones ejecutivas como un proceso de metacognición, y autorregulación, dirigido por metas presentes y futuras, establecidas por medio del habla interna para poder responder consciente e intencionalmente ante situaciones novedosas.

Verdejo y Bechara (2010) mencionan que los mecanismos ejecutivos coordinan información procedente de distintos sistemas de entrada (percepciones de distintas modalidades sensoriales), procesamiento (atención, memoria o emociones) y salida (programas motores). Ellos sugieren que la función principal del sistema ejecutivo resulta la resolución de situaciones novedosas, este proceso implica la contención de programas activados por defecto y la generación, aplicación y ajuste de nuevos esquemas de cognición y acción.

Para Rebollo y Montiel (2006) las funciones ejecutivas son aquellas que nos permiten organizar y expresar la conducta y la relación de ésta con el mundo exterior; estas funciones se modifican a través de la vida con el desarrollo y con los propios cambios experimentados por el individuo o por el medio.

Independientemente de la definición, es innegable que las funciones ejecutivas se encuentran dentro del grupo de funciones más complejas del humano (Goldberg, 2001) constituyendo una serie de mecanismos implicados en la optimización de los procesos cognitivos orientados hacia la resolución de situaciones complejas. Dichos procesos comprenden diversos componentes, entre los que cabe destacar la memoria del trabajo, la orientación y adecuación de los recursos atencionales, la inhibición de respuestas inapropiadas en determinadas circunstancias y la monitorización de la conducta en referencia a estados motivacionales y emociones del organismo (Tirapu, García, Luna, Roig & Pelegrín, 2008b).

Teniendo en cuenta que las funciones ejecutivas pueden expresarse en un comportamiento dirigido a metas, Welsh y Pennington (1988) sugieren que este funcionamiento permite inhibir una respuesta que resulte inapropiada en un determinado contexto, diseñar y ejecutar un plan estratégico dirigido a una meta, mantener una representación mental de una tarea y manipular información para resolverla.

De manera general las funciones ejecutivas representan un sistema cuyo desempeño es optimizado en situaciones que requieren la operación de numerosos y diversos procedimientos cognitivos (Robins, 1992). Estas van a permitir al sujeto actuar de manera independiente en base a intereses propios dirigidos a metas de manera satisfactoria (Lezak, 1983).

### **2.2.1 Modelos de las funciones ejecutivas**

Diversos autores han planteado modelos para intentar explicar las funciones ejecutivas. Algunos autores proponen modelos con un mecanismo común compartido por las funciones ejecutivas, mientras que otros proponen mecanismos diferentes entre estas funciones.

Shallice y Burgess (1991), en su teoría del sistema de supervisión atencional, distinguen dos tipos de procesos involucrados en el control cognitivo que interactúan entre sí; el primero, es un modo que permite seleccionar modelos aprendidos para resolver un problema y el segundo se desarrolla cuando el primero es insuficiente y el problema requiere nuevas respuestas, además plantean la existencia de un sistema inhibitorio de rutinas.

Por otro lado, Cohen y Servan-Schreiber (1992) propusieron la teoría de la información contextual, ellos resaltan en esta teoría la importancia del contexto para entender las alteraciones ejecutivas en pacientes con esquizofrenia. Mencionan que dichas alteraciones, pueden ser producto de la dificultad para representar, retener o



manipular la información del contexto. Diversas áreas de la corteza frontal se han vinculado con estas habilidades que se ven afectadas en la esquizofrenia con respecto al contexto, Tirapu, García, Luna, Roig y Pelegrín (2008a), mencionan que específicamente la corteza prefrontal podría ser la responsable de mantener y actualizar las representaciones internas necesarias para frenar respuestas dominantes, pero inadecuadas, en un momento o contexto determinado. Asimismo, mencionan que una conducta adecuada a menudo deja de serlo debido al constante cambio del medio social, por lo que no sólo la interpretación del contexto sino también la capacidad de cambiar dicha interpretación resulta vital para una integración social adecuada.

Otro modelo, propuesto por Damasio (1996) parte de la toma de decisiones como uno de los propósitos principales del razonamiento. Al respecto menciona que tanto el razonamiento como la toma de decisiones implican el conocimiento de la situación que demanda una decisión, el conocimiento de diferentes opciones de respuesta y el conocimiento de las consecuencias de dichas opciones. Así mismo, implican la utilización de estrategias basadas en la razón que le permitan seleccionar las respuestas más ventajosas. Señala que usualmente se habla de cómo la atención y la memoria de trabajo se involucran en estos procesos de razonamiento y toma de decisiones, sin embargo, se habla muy poco de la emociones y cómo se relacionan con dichos procesos. Él identificó un hueco en el estudio de las funciones ejecutivas, ya que los modelos previos no integraban algún componente emocional en los procesos superiores del ser humano, a partir de esto sugirió un elemento importante involucrado en la toma de decisiones, al cual llamó “marcador somático”, el cual es un estado somático que se correlaciona de manera temporal con una imagen psicológica. Éste funciona como una especie de alarma que puede llevar al sujeto a rechazar una opción negativa o poco ventajosa.



A partir de esto, algunos modelos de funciones ejecutivas integraron aspectos emocionales. Un ejemplo es el modelo propuesto por Zelazo y Muller (2002), ellos mencionan que dentro del desarrollo ejecutivo pueden distinguirse aspectos afectivos de las funciones ejecutivas o “*hot*” los cuales asocian con la corteza orbitofrontal; y aspectos puramente cognitivos o “*cool*” que se asocian con la corteza dorsolateral. Las funciones ejecutivas “*cool*” tienen que ver con problemas relativamente abstractos y descontextualizados, mientras que las funciones “*hot*” se requieren para la resolución de problemas que involucran la regulación del afecto y la motivación.

Por otro lado, los modelos de integración temporal, comparten la idea de que la principal función del sistema ejecutivo es el mantenimiento y manipulación de la información en la memoria del trabajo. Dentro de este tipo de modelos, Fuster (2000) sugiere que la corteza prefrontal es la principal responsable de la organización temporal de la conducta, ya que ésta desempeña un papel fundamental en la mediación de las contingencias de la acción a través del tiempo. Dicha mediación se basa en la interacción de dos funciones cognitivas, una retrospectiva y una prospectiva. Es decir, la corteza prefrontal se relaciona con nuestra capacidad de anticipar o predecir el futuro.

Otra teoría es la llamada “la teoría de la puerta de entrada” propuesta por Burgess, Dumontheil y Gilbert (2007) en la cual proponen que el área 10 de Brodmann es una zona que se relaciona con la habilidad para transitar entre información orientada a los estímulos exteriores e información centrada en pensamientos y planes autogenerados. Shimamura (2000) propone en su teoría del filtro dinámico, que la corteza prefrontal actúa como un mecanismo de filtro que procesa, controla y monitoriza la información. Dicho mecanismo se caracteriza por cuatro aspectos fundamentales del control ejecutivo: selección, mantenimiento, actualización y redirección.

### 2.2.2 Control inhibitorio

Cada acción conductual, cognitiva o motora, es un resultado de la interacción entre procesos excitadores e inhibidores los cuales nos permiten preparar, iniciar, regular y detener en su momento cada acción. En este proceso, el control inhibitorio, es una función reguladora sumamente importante ya que es requerido en muchas situaciones de la vida real en las cuales las acciones en curso del individuo se tornan inapropiadas por eventos no anticipados o cambios en el entorno (Williams, Ponesse, Schachar, Tannock & Logan, 1999).

El control inhibitorio es considerado uno de los mecanismos básicos de las funciones ejecutivas y consiste en la capacidad para suprimir influencias externas o internas que pudieran interferir la ejecución o no ejecución de una acción (Fuster, 1997). Verbruggen y Logan (2008) definen el control inhibitorio como la supresión de acciones que ya no se requieren o que resultan inapropiadas, lo cual favorece la flexibilidad de comportamiento y la conducta dirigida a metas en entornos cambiantes.

Los procesos inhibitorios de manera general favorecen la emisión de estrategias para resolver una tarea, la dirección voluntaria de la atención mediante la gestión de las interferencias en el procesamiento de la información y la inhibición de tendencias de respuestas inapropiadas (Huster, Enriquez, Lavallee, Falkenstein & Herrmann, 2013).

Estos procesos se desarrollan de manera progresiva desde la infancia hasta la edad adulta, por lo que es susceptible a deterioro en ciertos trastornos del neurodesarrollo como el déficit de atención con hiperactividad, el trastorno de la personalidad antisocial y el trastorno obsesivo-compulsivo; debido a esto se ha relacionado un control inhibitorio deficiente con este tipo de trastornos (Rubia et al., 2001a). De la misma manera se ha relacionado la impulsividad, la agresividad, problemas de atención y una toma de decisiones inadecuada con deficiencias en los



procesos de inhibición (Aron, 2007). Gligorovic y Durovic (2012) mencionan que el control inhibitorio juega un papel vital en la conducta adaptativa, esta relación es evidente en la mayoría de los desórdenes de la conducta y trastornos psicopatológicos.

La falta de control inhibitorio puede ser una de las mayores consecuencias del estrés severo crónico, como en el maltrato infantil, y puede manifestarse en conductas adictivas, abusivas y autodestructivas. Schachar y Logan (1990) mencionan que en niños las deficiencias en los procesos de inhibición pueden expresarse en conductas como responder una tarea antes de ser entendida, contestar antes de contar con suficiente información para hacerlo o prestar atención a estímulos irrelevantes durante la realización de una tarea.

Se han propuesto diversos modelos para explicar las estructuras cerebrales que participan en la inhibición. Por ejemplo, Gray (1991) considera que la inhibición depende de la interacción de una serie de componentes. El primer componente es llamado *behavioral activation system* (BAS), el cual es el encargado de la activación de la respuesta motora a un estímulo de recompensa, así como de activar la conducta de evitación ante un castigo. El segundo componente es llamado *behavioral inhibition system* (BIS) el cual se relaciona con la detención de una acción motora en curso y es mediado por el septum e hipocampo. Ambas estructuras límbicas mantienen conexiones importantes con la corteza prefrontal. Otro componente es el llamado *fight/flight* (F/F), el cual se encarga de generar conductas dirigidas a la huida o a la agresión defensiva, dependiendo del contexto. Este sistema se relaciona con el área ventromedial del hipotálamo y la amígdala. Por otro lado existen un sistema relacionado con el sistema reticular ascendente, el cual tiene que ver con el estado de alerta y la vigilancia; dicho sistema recibe el nombre de *nonspecific arousal system* (NAS). Por último, Gray (1982) sugiere que la actividad del área medial del hipotálamo funge como una especie de



comparador entre los sistemas BIS y BAS que participan en el mecanismo de toma de decisiones. Desde este modelo un comportamiento impulsivo se relaciona con una actividad baja del sistema BIS combinado con una alta actividad del sistema BAS.

### 2.2.2.1 Tipos de control inhibitorio

En las ciencias del comportamiento el concepto de inhibición tiene circunscrito una serie de diferentes significados. Una de las principales distinciones entre los tipos de inhibición se ha realizado con base a si este proceso se realiza de manera automática o activa (voluntaria) (Aron, 2007).

Knight, Scabini y Woods (1989) mencionan que tanto la inhibición voluntaria como la automática involucran una interacción de mecanismos de tipo “*top down*” (de arriba hacia abajo) originados en el área orbitofrontal y otras áreas prefrontales, y mecanismos de tipo “*bottom up*” (de abajo hacia arriba) basados en los estímulos y propiedades sensoriales representados en las cortezas primarias y de asociación.

La inhibición que se realiza de manera automática se efectúa mediante la supresión no voluntaria de información sensorial, lo cual favorece la regulación de la cantidad de información que recibe el organismo a la vez, facilitando de este modo la capacidad de procesar y organizar la información de manera eficaz (Adler, Pachtman, Franks, Pecevich, Waldo & Freedman, 1982; Knight et al., 1989).

Aron (2007) menciona que las funciones ejecutivas engloban los procesos de inhibición que son puestos en marcha de manera voluntaria y en base a un objetivo o meta.

Dentro de los procesos de inhibición voluntarios se han descrito dos tipos principales de inhibición: la inhibición cognitiva y la inhibición conductual. Harnishfeger (1995) define como *inhibición cognitiva* la capacidad del sujeto para suprimir contenidos o procesos cognitivos previamente activados, así como acciones o

atenciones irrelevantes y la resistencia a la interferencia de eventos o procesos que pueden captar la atención. MacLeod (2007) sugiere que la inhibición cognitiva es la interrupción de un proceso mental irrelevante de manera parcial o total, que se realiza con o sin intención.

Un tipo de inhibición cognitiva es el llamado *control de interferencia*, el cual se refiere a la supresión de un estímulo distractor externo o interno que podría interferir con la realización adecuada de una tarea dirigida a un objetivo. Se han utilizado algunas tareas para medir este tipo de inhibición, una de ellas es el paradigma *Stroop*, el cual se basa en la competencia entre una respuesta “bien aprendida” contra una respuesta menos bien aprendida (Nigg, 2000), esta tarea demanda al sujeto nombrar el color de tinta en que está escrita una palabra la cual es el nombre de un color diferente (por ejemplo, la palabra rojo escrita en color azul), o viceversa. Para la realización adecuada de esta tarea el sujeto deberá ignorar o inhibir el nombre de la palabra de color de la cual debe nombrar el color de la tinta en que está impresa o viceversa (Bausela & Santos, 2006).

Otra tarea que se utiliza para medir el control de interferencia es el paradigma *Directed Forgetting* (olvido dirigido). Este paradigma evalúa la capacidad de controlar o suprimir pensamientos no deseados que pudieran interferir con la ejecución de una tarea, un ejemplo de este paradigma consiste en una situación en la que se le da una lista de palabras a un grupo de sujetos, a algunos sujetos se les da la instrucción de olvidar esa lista (como lista de prueba) y a otros se les pide tratar de recordarla; posteriormente se les presenta otra lista de palabras (interferencia) y se les pide que traten de recordar la primera lista, en este caso los sujetos a los cuales se les pidió que recordaran la primera lista tendrán mejores resultados (Nigg, 2000).

Chee, Sriram, Soon y Lee (2000) sugieren que existen diferentes áreas en la corteza prefrontal que se relacionan con diferentes tipos de inhibición, los procesos inhibitorios que ocurren durante tareas mentales que requieren actividad cognitiva, producen activaciones fuertemente lateralizadas en el hemisferio central izquierdo.

Como se mencionó anteriormente los procesos de inhibición también comprenden la *inhibición conductual*, la cual se denomina como el control de la conducta que puede traducirse en resistencia a la tentación, el retraso de la gratificación, la inhibición motora y el control de impulsos (Harnishfeger, 1995). Kagan, Reznick y Snidman (1985) mencionan que la inhibición conductual en el niño puede definirse como la capacidad de éste para evitar o regular la reacción conductual inicial ante sujetos u objetos extraños, contextos cambiantes o situaciones amenazantes.

Dentro de la inhibición conductual se ubica el llamado control inhibitorio motor o inhibición motriz la cual se detalla a continuación.

#### **2.2.2.1.1 Control inhibitorio motor**

Un tipo de control inhibitorio conductual que juega un papel fundamental en la vida cotidiana del ser humano es el control inhibitorio motor o inhibición motriz, el cual implica la regulación de la respuesta motora primaria ante un contexto cambiante (Nigg, 2000). Rubia y colaboradores (2001a) mencionan que la inhibición de una respuesta motora es quizá la expresión más directa de control inhibitorio, ya que ésta implica la toma de decisión de realizar o no una acción.

Band y Van Boxtel (1999) señalan que la inhibición motriz actúa como una operación encubierta. Y sólo se manifiesta mediante la ausencia de una conducta o acción esperada. Un control inhibitorio motor adecuado permite al sujeto detener y ajustar sus acciones a un contexto o situación determinada, mientras que la deficiencia

en este proceso se expresa en la dificultad o incapacidad para evitar acciones que pudieran resultar inapropiadas en una situación.

Algunos estudios han demostrado que pacientes con lesiones en la corteza prefrontal muestran dificultades con este tipo de inhibición (Li Ray, Krystal & Mathalon, 2005). Así mismo, se ha asociado una pobre capacidad para inhibir respuestas motoras preponderantes con la impulsividad, el cual es un rasgo de personalidad caracterizado por una tendencia a realizar acciones rápidas como respuesta a estímulos internos o externos, sin premeditación o juicio consciente a pesar de que las consecuencias pudieran resultar adversas (Moeller, Barrat, Dougherty & Swann, 2001).

Rubia y colaboradores (2001a) mapearon las áreas cerebrales implicadas en el control inhibitorio motor a través de la resonancia magnética funcional y encontraron una activación importante en la corteza frontal, y en las parietales medial e inferior. De igual manera se han relacionado otras áreas con la inhibición motriz tales como la corteza orbital inferior y dorsolateral frontal, las cortezas temporal y parietal, así como el cerebelo y los ganglios basales (Garavan, Ross & Stein, 1999). Casey et al. (1997), resaltan el papel que juega la corteza frontal en la mediación de la inhibición de una respuesta motora.

De manera general, los paradigmas utilizados para medir la capacidad de inhibir una respuesta plantean al sujeto la necesidad de ajustar la cualidad de una respuesta dependiendo del estímulo, un tipo de estímulo demanda una respuesta, mientras que un segundo tipo de estímulo requiere la retención de la respuesta en marcha (Huster et al., 2013). Uno de los paradigmas utilizados tradicionalmente para el estudio del control inhibitorio motor es el llamado *Go/No Go*. Esta tarea requiere que el sujeto presione un botón (“*Go*”) ante la aparición de un estímulo frecuente y que evite presionar un botón (“*No Go*”) cuando aparece un estímulo poco o no frecuente (Nigg, 2000). Por otro lado,

la tarea *Stop-Signal* ha resultado ser una forma aún más directa para medir este tipo de inhibición, en esta tarea los sujetos tienen que estar dispuestos a suprimir una respuesta en cada ensayo (Bonilla, 2009), a continuación se describe de manera más detallada dicha tarea.

### 2.2.3 *Stop Signal*

El control inhibitorio de un individuo puede medirse mediante tareas que demanden al sujeto retener, retrasar o detener una respuesta en marcha, o bien, que ponga a prueba la capacidad del individuo para realizar una tarea de manera satisfactoria ante la presencia de eventos distractores (Barkley, 1997).

El paradigma *Stop-Signal* resulta una herramienta útil para investigar el desarrollo de los procesos cognitivos que constituyen el control inhibitorio motor. El tipo de inhibición que evalúa el paradigma *Stop-Signal* es uno de varios actos que se requiere en muchas situaciones de la vida real, como por ejemplo detener el auto en un semáforo en rojo (Van Den Wildenberg & Crone, 2006).

La tarea de *Stop-Signal* se compone de dos tipos de ensayos uno llamado “Go” y uno llamado “Stop”. El ensayo “Go” demanda una respuesta rápida del sujeto respondiendo a una cualidad del estímulo presentado. El ensayo “Stop” aparece de manera aleatoria en un 25% y es representada por una señal de alto la cual pretende que el sujeto detenga la respuesta en curso al estímulo previamente presentado (Williams et al., 1999). En base a lo anterior un control inhibitorio deficiente podría relacionarse con una respuesta exageradamente rápida ante la señal de “Go” que pudiera impedirle al sujeto detener dicha respuesta ante una señal de “Stop”. Este tipo de tarea pone a prueba la habilidad del sujeto para anular una respuesta motora prepotente, así como la de monitorear y ajustar la respuesta ante un estímulo cambiante (Zhang & Li, 2012).

El tipo de inhibición utilizada en la tarea de *Stop-Signal* tiene algunas particularidades que la diferencian de otros tipos de inhibición, una de ellas es que requiere un análisis cognitivo del estímulo, así como detener una conducta motora previamente iniciada (Williams et al., 1999). Por lo que un buen desempeño en la tarea de *Stop-Signal* involucra diferentes procesos, por un lado requiere el constante monitoreo del estímulo (si es “Go” o “Stop”) y por otro el ajuste de estrategias que le permitan encontrar un balance óptimo para responder de manera satisfactoria a las demandas de contestar lo más rápido posible ante un estímulo “Go” y detener dicha respuesta ante el estímulo “Stop” (Verbruggen & Logan, 2008).

Brunia (2003) señala que la diferencia principal entre la tarea *Stop-Signal* y la tarea *Go/No Go*, es que en esta última la instrucción “No Go” se da antes de que el sujeto realice cualquier acción, mientras que en el caso del *Stop-Signal* la instrucción de “Stop” se da después de que una instrucción “Go” ha sido emitida. Por lo que una ventaja del *Stop-Signal* sobre la tarea *Go/No Go*, es que exige una mayor activación de los procesos inhibitorios de una respuesta que la tarea *Go/No Go*, ya que implica la supresión de una respuesta motora que ya ha sido previamente puesta en marcha (Kok, Ramautar, De Ruiter, Band & Ridderinkhof, 2004).

Se ha reportado que en la tarea *Stop-Signal* la corteza frontal parece tener un rol importante en la detención de una acción en marcha (Band & Van Boxtel, 1999). Algunos estudios con imagen han mostrado que, en las tareas *Stop-Signal*, existe una predominancia en la actividad del hemisferio derecho, específicamente en el cíngulo anterior, el área motora suplementaria, y corteza frontal inferior y parietal (Rubia et al., 2001a). En tareas “*Stop-Signal*”, los estudios con resonancia magnética han relacionado la capacidad de detener una acción preponderante con la activación del giro frontal inferior (corteza prefrontal ventromedial), giro frontal medial (corteza prefrontal



dorsolateral) y los ganglios basales (Chevrier, Noseworthy & Schachar, 2007). Así mismo, se ha asociado la habilidad de detener una respuesta primaria con el área motora pre-suplementaria, específicamente en el monitoreo y la resolución de conflicto entre las dos demandas de la tarea (“Go” y “Stop”) (Aron et al., 2007). Mientras que el giro frontal inferior se relaciona de manera más directa con la inhibición de la respuesta (Chevrier, Noseworthy & Schachar, 2007). Por último, Nigg (2000) relaciona la tarea *Stop-Signal* con las áreas orbitales y laterales de la corteza prefrontal y la corteza premotora.

Aron (2011), concluye que en el paradigma *Stop-Signal* la información sensorial de la señal *Stop* se transmite de manera rápida a la corteza prefrontal, área en la cual podría generarse la señal de detención de un patrón motor puesto en marcha previamente. Dos regiones de la CPF son vitales en este proceso, por un lado la corteza frontal inferior derecha y la corteza frontal dorsomedial (principalmente el área motora suplementaria), ambas regiones podrían trabajar de manera conjunta en el envío de la orden para interceptar el proceso ejecutado ante el ensayo *Go*, a través de los ganglios basales, los cuales podrían tener un efecto inhibitorio en la corteza motora primaria.

Además de las estructuras previamente mencionadas, algunos estudios han llevado a considerar al núcleo subtalámico como una estructura que podría estar implicada de manera importante en la detención de una respuesta motora. Aron (2011) sugiere que el núcleo subtalámico parece recibir entradas directas del giro frontal inferior derecho y el área motora suplementaria (áreas implicadas en la detención de una respuesta motriz en marcha); además de que tiene conexiones excitatorias con el globo pálido, éste último favorece la inhibición en la salida talamocortical. Aron y Poldrack (2006), encontraron mediante la técnica de resonancia magnética funcional, una activación en el núcleo subtalámico en ensayos *Stop* exitosos.



Van den Wildenberg, Van Boxtel, Van Der Molen, Bosch, Speelman y Brunia (2006), realizaron un estudio en el cual evaluaron el rendimiento de pacientes con enfermedad de Parkinson en una tarea *Stop-Signal* en dos condiciones: una con estimulación cerebral profunda en el núcleo subtalámico y otra sin la estimulación. Los resultados mostraron un mejor rendimiento en la tarea en la condición de estimulación del núcleo subtalámico, lo cual se reflejó en un control inhibitorio más efectivo y tiempos de reacción menores en los ensayos *Go*. Esto podría sugerir que aparentemente el núcleo subtalámico no sólo juega un papel fundamental en la inhibición, sino también en la generación de una respuesta motora.

Aron (2011), menciona que la parada de una acción motriz como reacción a un estímulo depende de un circuito en el que están implicados los ganglios basales y la corteza prefrontal, dicho circuito incluye el área motora suplementaria, el giro frontal inferior y la corteza motora primaria. Así mismo, sugiere que los procesos inhibitorios podrían utilizar una vía hiperdirecta a través del núcleo subtalámico, también señala que el estriado pudiera jugar un papel importante en la preparación de la parada del movimiento. Recientemente, mediante estudios de tractografía, se ha sugerido que el área premotora y el giro frontal inferior presentan proyecciones a distintos puntos de la CPF como la corteza prefrontal lateral y medial, así como al lóbulo parietal medial (Swann et al., 2012).

Williams y colaboradores (1999) realizaron un estudio en el cual compararon el desempeño de sujetos con edades desde los 6 a los 81 años en una tarea *Stop-Signal* con el fin de caracterizar el desarrollo de la capacidad para inhibir una respuesta en curso a lo largo de la vida. Al respecto encontraron una relación positiva entre edad y capacidad para inhibir una respuesta prepotente, así como en la capacidad para ejecutar una respuesta. Así mismo, ambas capacidades parecen declinar durante la adultez.



Específicamente, se observó una diferencia significativa en el desempeño de niños con edades entre 9 y 12 años con respecto a niños con edades entre los 6 y los 8 años, ya que los primeros fueron en promedio 50 milisegundos más rápidos en la detención de sus respuestas prepotentes que los segundos; sin embargo entre los sujetos con edades de 18 a 29 y de 60 a 81 no se encontró una diferencia de esta magnitud.

Algunos estudios han reportado que adultos mayores y niños jóvenes presentan diferencias en los tiempos de detención de una acción motriz en curso con respecto a los adultos jóvenes, lo cual sugiere que esta capacidad aumenta de velocidad hacia la adultez temprana, así como disminuye durante la vejez (Schachar & Logan, 1990; Kramer, Humphrey, Larish, Logan & Strayer, 1994).

Rubia y colaboradores (2001b) realizaron un estudio en el cual evaluaron la inhibición motriz en 55 niños de 7 a 15 años de edad. El grupo experimental estuvo formado por 16 niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad, un grupo formado por 16 niños con otros desórdenes psiquiátricos y un tercer grupo se formó con 23 niños sin ningún tipo de padecimiento. Una de las pruebas que se aplicaron fue la tarea *Stop-Signal*, en la cual los niños con el trastorno por déficit de atención e hiperactividad mostraron una mayor tendencia a responder de manera precipitada, incluso respondiendo antes de que apareciera el estímulo, así mismo mostraron menor probabilidad de inhibición que los controles sin ningún padecimiento psiquiátrico.

Para concluir esta sección, mencionaremos que algunos modelos teóricos han enfatizado la influencia del componente motivacional para que se dé la supresión de una respuesta (inhibición motivacional). En éstos la conexión límbica-cortical resulta sumamente relevante, por lo cual un sujeto puede interrumpir una acción en curso en respuesta a miedo o ansiedad. Por lo anterior, es muy importante que, como pretendemos hacer en la presente investigación, las tareas diseñadas para medir la

inhibición contengan componentes emocionales/motivacionales (Nigg, 2000). Esto puede ser particularmente relevante en niños maltratados, pues en estudios previos se ha visto que niños con desórdenes conductuales suelen tener un pobre desempeño en la tarea *Stop-Signal* (Frick, 1998).

#### **2.2.4 Control inhibitorio motor y MFI**

Como se ha mencionado anteriormente, las áreas corticales frontales parecen tener un papel importante en el control inhibitorio, así mismo se ha revisado que los sujetos que con antecedentes de maltrato suelen presentar alteraciones estructurales en el cerebro, dichos daños implican áreas frontales. Lo anterior ha llevado a hipotetizar acerca de la posibilidad de que los sujetos con antecedentes de maltrato presenten alteraciones en procesos de inhibición. De manera general, se ha mostrado que dichos sujetos presentan un desempeño menos eficiente que sujetos controles en las tareas que implican procesos inhibitorios.

En un estudio publicado por Mezzacappa, Kindlon y Earls (2001) se evaluó el desempeño de niños con edades de 6 a 12 años en una tarea *Stop-Signal* en tres grupos distintos: el primero se conformó por sujetos institucionalizados con antecedentes de maltrato físico y abuso sexual, el segundo grupo se conformó por sujetos institucionalizados pero sin antecedentes de maltrato, el tercer y último grupo lo formaron sujetos sanos no institucionalizados. Los autores encontraron un pobre desempeño en la tarea por parte de los grupos institucionalizados (con y sin abuso) con respecto al grupo control, sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre los grupos institucionalizados.

Posteriormente, Navalta y colaboradores (2006) evaluaron el desempeño de mujeres de 18 a 22 años que sufrieron abuso sexual en la infancia y de sus pares sin dicho antecedente en una tarea de inhibición motriz, la cual comprendía ensayos *Go, No*



*Go* y ensayos *Stop*. Los autores encontraron desempeños similares de ambos grupos en la tarea, sin embargo, el grupo con abuso sexual mostró una mayor variabilidad y por lo tanto inconsistencia en sus tiempos de reacción en comparación con el grupo control. En un estudio más reciente, Mueller y colaboradores (2010) evaluaron el desempeño de dos grupos en una tarea de inhibición motriz, el primer grupo fue compuesto por sujetos con edad promedio de 13 años con antecedentes de maltrato físico, abuso sexual y negligencia, por otro lado, el grupo control se compuso de sujetos sanos sin este tipo de antecedentes pareados en edad, CI y nivel socioeconómico. Es importante mencionar que ambos grupos comprendían hombres y mujeres. Los autores utilizaron una variante del paradigma *Stop-Signal* para evaluar la inhibición motriz, en la cual el sujeto debe contestar ante ensayos “Go”, no debe contestar ante ensayos “No Go”, y ante ensayos llamados “Change” tiene que modificar la cualidad de la respuesta preponderante (la respuesta de los ensayos *Go*). Los autores encontraron mayores tiempos de reacción para el grupo de sujetos con maltrato ante los ensayos “Change”, no encontraron diferencias en los tiempos de reacción en ensayos “Go” ni en los errores en ningún tipo de ensayos.

### **2.2.5 Funciones ejecutivas y los lóbulos frontales**

Las funciones ejecutivas en general y la capacidad de inhibición en particular se han relacionado tradicionalmente con las regiones frontales del cerebro, especialmente la corteza prefrontal. Esta relación se ha basado en la evidencia de daño cerebral en poblaciones donde los déficits en las funciones ejecutivas se observan cuando existe daño en las regiones frontales (Benton, 1968; Walsh, 1978).

Antes de ahondar en la relación existente entre los lóbulos frontales y las funciones ejecutivas, es preciso describir ciertos aspectos básicos de los lóbulos frontales que favorezcan la comprensión de dicha relación.



Los lóbulos frontales se encuentran situados en la parte central-anterior de la corteza cerebral. Estos ocupan la parte de la cara superolateral situada por delante del surco central y por encima del surco lateral (Flores, 2006). A su vez, la corteza prefrontal (CPF) es una extensa región cerebral que ocupa la porción anterior del lóbulo frontal (Redolar, 2011), conformada por dos tipos de columnas, granulares y agranulares, se considera que dicha organización puede constituir un prerrequisito neurofisiológico para que se lleven a cabo diversas funciones asociativas (Flores, 2006).

La CPF tiene conexiones corticocorticales con casi todo el córtex de asociación sensorial y paralímbico, incluyendo las cortezas temporal, parietal y occipital. De igual manera, posee una red importante de conexiones neuronales con algunas regiones subcorticales (como lo son ganglios basales, tálamo, amígdala e hipocampo). Esta serie de conexiones le permite monitorear la información a diferentes niveles de complejidad, con el fin de controlar y regular la conducta (Tirapu, et. al., 2008a).

Los lóbulos frontales, fundamentalmente las regiones prefrontales, permiten controlar y coordinar diversas funciones cognitivas específicas, respuestas emocionales y de comportamientos, mediante un conjunto de funciones de autorregulación (Tirapu, et. al., 2008a). Como se mencionó anteriormente, la relación entre corteza prefrontal y funcionamiento ejecutivo ha tomado fuerza a partir de diversos estudios que han encontrado alteraciones cognitivas y conductuales en pacientes con lesiones frontales (Tirapu, et. al., 2008a). También existe evidencia neuroanatómica que ha respaldado dicha asociación, ya que Fuster (1993) describió íntimas conexiones entre regiones prefrontales y todas las otras áreas cerebrales.

Los lóbulos frontales, son las últimas zonas del cerebro en madurar y su desarrollo puede prolongarse hasta la adultez temprana (Steinberg, 2005). Luria (1986) menciona que éstos representan un sistema de planeación, regulación y control de los



procesos psicológicos. Una vez desarrollada la CPF constituye cerca de un tercio del total de la neocorteza en el cerebro humano. Así mismo, es una de las últimas regiones en mielinizarse, por lo que su maduración es un proceso relativamente lento. En el cerebro humano el desarrollo total de la CPF no está completo hasta la adolescencia aproximadamente. Este largo desarrollo puede relacionarse con la maduración del funcionamiento ejecutivo con el cual se relaciona íntimamente la CPF (Fuster, 1999).

La CPF es considerada vital en el funcionamiento ejecutivo, puesto que es la región cerebral de integración por excelencia, gracias a la información que envía y recibe de todos los sistemas sensoriales y motores (García-Molina, Enseñat-Cantalops, Tirapu-Ustárróz & Roig-Rovira, 2009). Miller y Cohen (2001) sugieren que CPF resulta fundamental en los procesos ejecutivos que subyacen el comportamiento guiado en base a estados internos o intenciones, ya que tiene una participación activa en el mantenimiento de los patrones de actividad que representan los objetivos, las metas y los medios para llegar a ellos. Así la corteza prefrontal actúa como una especie de director de orquesta estableciendo asignaciones adecuadas entre las entradas que recibe de diferentes modalidades (visuales, sensoriales, emocionales, entre otras), los estados internos y los resultados necesarios para realizar una tarea.

Desde el punto de vista neuropsicológico, usualmente la CPF se ha subdividido en tres principales áreas: la orbital, la medial y la dorsolateral, cada una con propiedades funcionales específicas (Flores, 2006).

Fuster (2001) menciona que el área orbital se relaciona con la conducta emocional, ya que tiene íntimas conexiones con estructuras límbicas, principalmente la amígdala y el hipocampo (Fuster, 1997), el área lateral se relaciona con aspectos cognitivos (Fuster, 2001). Mientras que la región medial, que incluye la parte más

anterior del giro del cíngulo parece estar involucrada de manera general con atención y emoción (Fuster, 2001).

A partir de esta división se han descrito diferentes circuitos funcionales en la CPF:

- **Circuito orbitofrontal:** participa de manera importante en la autorregulación del comportamiento, interpretación de escenarios de acción y toma de decisiones (Trujillo & Pineda, 2008), así como en la habilidad de un organismo para proteger la conducta dirigida a metas de la interferencia (control inhibitorio) (Fuster, 1999). Además, se asocia con el procesamiento de señales emocionales que guían nuestra toma de decisiones hacia objetivos basados en el juicio social y ético (Tirapu, Ríos & Maestú, 2008c). Bechara (2004) menciona que este circuito incluye el sector medial de la corteza orbitofrontal comprendiendo las áreas 25, 24, 32, 11, 12 y 10 de Brodmann, así como el área subyacente a estas áreas. Se han observado en pacientes con lesiones en este circuito graves dificultades para tomar decisiones en la vida real, no así sucede con otros aspectos intelectuales (Bechara, Damasio, Damasio & Anderson, 1994; Fellows & Farah, 2007). Bechara y colaboradores (1994) encontraron que pacientes con daño en esta zona parecen ser guiados en la toma de decisiones por consecuencias inmediatas y no son capaces de prever consecuencias a futuro. También, los pacientes muestran problemas de atención, en el control de impulsos y la conducta instintiva.
- **Circuito dorsolateral:** se relaciona con actividades puramente cognitivas (Tirapu, Ríos & Maestú, 2008c), como lo pueden ser la anticipación, el establecimiento de metas, el diseño e inicio de planes, las operaciones mentales, la monitorización de tareas, la selección de conductas y la flexibilidad cognitiva



(Trujillo & Pineda, 2008). Fuster (1999) menciona que la corteza dorsolateral muestra relativamente un crecimiento mayor que la corteza orbito-medial.

- **Circuito medial:** soporta procesos como inhibición, detección, y solución de conflictos, al igual que la regulación y el esfuerzo atencional. Este circuito comprende principalmente el área del cíngulo anterior. Esta zona tiene un papel importante en los procesos de habituación y aprendizaje, ya que interviene en el mantenimiento de la consistencia temporal durante las respuestas conductuales (Flores, 2006).

De manera general (Flores, 2006) menciona que una función de suma importancia de la corteza CPF consiste en el control sobre los demás procesos neuronales que se realizan tanto fuera como dentro de ella. También se le ha relacionado con la interferencia atencional, manteniendo activaciones neurales selectas e inhibiendo las irrelevantes (Shimamura, 2000).

Fuster (1999) señala que la CPF participa en los planes de conducta a través de la mediación de inputs provenientes de la amígdala, el hipocampo y la corteza posterior, de igual manera se cree que inputs provenientes del tallo cerebral se relacionan con la motivación.

Los desordenes cognitivos más comunes en pacientes con lesiones prefrontales tienen que ver con alteraciones de la atención, ya que muestran un grado reducido de alerta, facilidad para distraerse, dificultad para mantener la atención e interferencia interna, así mismo se ve afectada la capacidad para planear; una alteración distintiva en pacientes con lesión prefrontal es la inhabilidad para iniciar y generar nuevas conductas dirigidas a metas (Fuster, 1997).

Aunque se han relacionado diferentes regiones de la corteza prefrontal con distintos aspectos implicados en el funcionamiento ejecutivo, se ha visto que una misma

región puede asumir distintas funciones en distintos momentos, esto debido a la capacidad de “flexibilidad neuronal” de esta región (Tirapu, et. al., 2008a).

### **2.2.6 Desarrollo de las funciones ejecutivas**

El desarrollo de las funciones ejecutivas durante la infancia y la adolescencia implica el desarrollo de una serie de capacidades cognitivas que han de permitir al niño mantener información y actuar en función de ésta, autorregular su conducta, y adaptar su comportamiento a los cambios que puedan producirse en su entorno (García-Molina et.al., 2009). A medida de que el niño va creciendo y su cerebro se desarrolla estas habilidades de orden superior se afinan.

La habilidad de mantener información, manipularla, monitorearla y a su vez inhibir pensamientos, estímulos o acciones que pudieran obstaculizar o distorsionar una respuesta favorable, requiere un desarrollo óptimo de la corteza prefrontal dorsolateral que ocurre durante las dos primeras décadas de vida aproximadamente (Diamond, 2002).

Aunque el desarrollo completo del sistema ejecutivo se extiende hasta la adultez temprana, el funcionamiento ejecutivo puede manifestarse desde edades tempranas, aunque de manera primitiva. Arán (2011) menciona que el desarrollo de las diferentes funciones ejecutivas sigue una trayectoria diferente que acontecería en momentos específicos del desarrollo.

Bausela (2010) considera que durante los primeros meses de vida el bebé muestra ciertas conductas de autocontrol elementales como lo puede ser la inhibición de conductas que interfieran con el objetivo y el mantenimiento de la acción hasta su finalización, por lo que expresa una especie de conducta dirigida a metas.

Por otro lado García-Molina y colaboradores (2009) sugieren que hacia los ocho meses el niño puede mantener información que no se halla presente, como por ejemplo

la representación espacial de un juguete que está cubierto por una toalla, de manera que esta información puede utilizarla para conseguir una meta (agarrar el juguete).

Alrededor del año emerge en el niño cierta capacidad para suprimir respuestas dominantes (García-Molina et al., 2009), pero es hasta el año y medio aproximadamente cuando el niño cuenta con un mejor control de su comportamiento en respuesta a estímulos externos (Bausela, 2010). Kochanska, Tjebkes y Forman (1998) sugieren que la primera forma de inhibición observada en el humano es evidente cuando el bebé deja una actividad placentera en respuesta a la demanda del cuidador.

Antes de los tres años, los niños son hasta cierto punto dependientes del estímulo, ya que responden a éstos de manera rígida y estereotipada, alrededor de entre los tres y cinco años el niño expresa cierta capacidad para actuar de forma flexible y orientar sus actos hacia un futuro (García-Molina et al., 2009).

Durante la edad preescolar se produce un desarrollo importante en diferentes áreas como la velocidad de procesamiento, la habilidad para usar estrategias, la habilidad para mantener información y manipularla, así como la habilidad para retener información inhibiendo lo irrelevante, dichas capacidades continúan su desarrollo incluso después de los 7 años hasta la adultez temprana (Diamond, 2002). Las capacidades de planeación y memoria motora parecen tener un desarrollo importante entre los 6 y los 9 años (Fuster, 1997).

Arán (2011) realizó un estudio con niños en el cual encontró que la flexibilidad cognitiva alcanza un nivel similar al adulto alrededor de los 9-10 años, mientras que la capacidad de planeación se mantiene relativamente estable de los 7 a los 12 años. Para evaluar la flexibilidad cognitiva el autor empleó el test de clasificación de tarjetas de Wisconsin, mientras que para la planeación usó laberintos.

### 2.2.7 Estrés y desarrollo de las funciones ejecutivas

Como se mencionó anteriormente, la maduración de la corteza prefrontal y por ende del funcionamiento ejecutivo es un proceso que se prolonga hasta después de los veinte años. Este dilatado proceso de maduración permite que la interacción del niño con su entorno moldee las redes neuronales que sustentan el funcionamiento ejecutivo (Sastre, Merino & Poch, 2007), de manera que los eventos estresantes pueden afectar su desarrollo y generar alteraciones a nivel funcional.

Un agente estresante puede ser cualquier estímulo físico, psicológico o social capaz de alterar el equilibrio de un organismo. Por lo tanto, el estrés podría definirse como una cascada de eventos hormonales y bioquímicos que tiene como objetivo la restauración de la homeostasis y favorecer la supervivencia. Este proceso implica la acción e integración de diferentes señales en todo nuestro organismo, así como la modificación de parámetros de todos los sistemas fisiológicos para establecer un reajuste en una nueva posición de equilibrio, con el propósito de promover la supervivencia del individuo. En este sentido, la respuesta del estrés puede facilitar el enfrentamiento de una situación de amenaza, sin embargo, puede tener consecuencias adversas en casi todos los sistemas fisiológicos (Redolar, 2011).

Uno de los principales sistemas implicados en la respuesta de estrés es el eje hipotalámico-hipofisiario-adrenal (HPA), este eje tiene como función favorecer la supervivencia de un organismo ante los extremos de su entorno, la actividad resultante de dicho eje promueve la redirección de la energía, dirigiéndola al problema inmediato (Gunnar & Cheatham, 2003).

El eje HPA produce glucocorticoides, los cuales son hormonas esteroides con efectos generalizados sobre el cuerpo y el cerebro. Una situación de estrés, activa el sistema o eje HPA, en este proceso, señales del cuerpo y del cerebro convergen en el



núcleo paraventricular del hipotálamo, dichas señales influyen en la liberación de la hormona liberadora de corticotropina (CRH), la cual viaja vía sanguínea a la parte anterior de la glándula pituitaria, esta favorece la liberación de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH), la cual viaja en sangre hasta las glándulas adrenales donde se producen glucocorticoides, los cuales pueden llegar a actuar en el cuerpo y en el cerebro (Gunnar & Cheatham, 2003).

Una hipo o hiperactividad del eje HPA, puede tener efectos deletéreos en el cerebro, cuando el sistema del estrés es activado de manera frecuente los receptores a glucocorticoides en el hipocampo pueden disminuir. Esto debido a que los sistemas endocrinos son sensibles a los cambios absolutos en la ocupación de receptores de hormonas, es decir, el sistema espera una cierta cantidad de hormona que se une a los receptores antes de que el sistema de realimentación negativa se active. Cuando existe un menor número de receptores a los cuales la hormona se puede unir, hay una disminución en la capacidad del sistema para autorregularse, por lo tanto, cuando disminuyen la cantidad de receptores a glucocorticoides, la capacidad para organizar la respuesta al estrés y contener dicha respuesta puede verse afectada, e incluso agentes estresores de baja intensidad pueden producir elevaciones prolongadas de glucocorticoides (Gunnar & Cheatham, 2003).

Algunos estudios han reportado que existen algunas áreas cerebrales que son especialmente vulnerables a las situaciones de estrés en edades tempranas, como el hipocampo, la amígdala, el cuerpo calloso y la corteza cerebral (Mesa-Gresa & Moya-Albiol, 2011). Estas zonas se caracterizan por poseer un alto número de receptores de glucocorticoides y presentar un grado importante de neurogénesis postnatal (Grassi, Ashy & Stein, 2008).



El estrés temprano, experimentado por los niños víctimas de maltrato, puede exacerbar la reacción de los sistemas hormonales ante agentes estresores subsecuentes (Teicher et al., 2003). El niño en situación de maltrato se encuentra sometido a altos niveles de estrés crónico y, como ya mencionamos, presentan una pobre ejecución en el aprendizaje, la memoria y las funciones ejecutivas, entre otros procesos cognoscitivos (Prasad, Kramer & Ewing-Cobbs, 2005). Por tanto, el estrés inducido por el maltrato infantil supone en la mayoría de los casos una grave interrupción del desarrollo normal del funcionamiento ejecutivo del niño, el cual puede hacerse muy evidente en la adolescencia (Lupien, McEwen, Gunnar & Heim, 2009).

Relacionando los contenidos revisados, se puede entender que las funciones ejecutivas están representadas en procesos de alto nivel en el ser humano dirigidos principalmente a objetivos y metas. Estas funciones se relacionan con la corteza prefrontal, ya que tiene conexiones con regiones corticales y subcorticales, lo cual le permite monitorear la información a diferentes niveles de complejidad, y por ende controlar y regular la conducta.

A su vez, la maduración de la corteza prefrontal se extiende hasta la adultez temprana e implica la afinación progresiva de las funciones ejecutivas, este dilatado proceso permite que la interacción del niño con su entorno moldee las redes neuronales que sustentan el funcionamiento ejecutivo, lo cual lo hace vulnerable a alteraciones en el desarrollo y a nivel funcional. Las experiencias de maltrato en la infancia suponen altos niveles de estrés crónico, lo cual se asocia a alteraciones en las funciones ejecutivas, entre otros procesos cognoscitivos.

El control inhibitorio es considerado un mecanismo básico de las funciones ejecutivas. De manera más específica, el control inhibitorio motor juega un papel vital en el accionar cotidiano del ser humano, ya que este le permite detener una conducta



motriz en curso cuando resulta inadecuada al contexto, por lo que favorece su adaptación e interacción social. El paradigma *Stop-Signal* ha resultado una herramienta útil para evaluar el control inhibitorio motor. Algunos estudios realizados con niños con desórdenes conductuales han mostrado un bajo rendimiento en este tipo de tareas en comparación con niños sanos.

Como se revisó en este apartado, en un principio el término “función ejecutiva” parecía relacionarse de manera casi exclusiva con procesos cognitivos, sin embargo diversos estudios como el de Damasio (1996), han generado el interés de estudiar el papel de las emociones en los procesos ejecutivos, por lo tanto, resulta pertinente revisar aspectos básicos de las emociones así como su rol en el funcionamiento ejecutivo.

## 2.3 Emociones

Las emociones pueden entenderse como colecciones complejas de respuestas químicas, neurales y conductuales, generalmente de corta duración. Estas cumplen un papel regulador destinado a crear circunstancias ventajosas para el organismo ante un fenómeno determinado (Damasio, 2000). Las emociones ocurren generalmente cuando percibimos un cambio significativo en nuestra situación personal o en la del entorno (Ben-Ze'ev, 2001). Actúan como una respuesta adaptativa a una situación novedosa.

Ben-Ze'ev (2001) sugiere cuatro componentes básicos de las emociones: el sentimiento, el cognitivo, el evaluativo y el motivacional. El autor explica el componente del sentimiento como una modalidad primitiva de la conciencia asociada a nuestro propio estado en un momento determinado. El componente cognitivo nos proporciona la información requerida a cerca de una situación. El componente evaluativo se encarga de valorar el significado personal de la información propiciada por el componente cognitivo. Mientras que el componente motivacional se refiere al deseo de mantener o cambiar situaciones presentes, pasadas o futuras.

Damasio (1996) clasifica a las emociones en dos categorías de acuerdo a su complejidad, de esta manera las emociones *primarias* o “tempranas” tienen que ver con respuestas reactivas ante determinados estímulos emocionales que ocurren sin necesidad de evaluar la importancia previa de los estímulos. Este tipo de emociones pueden permitirnos alejarnos ante un peligro, por ejemplo. Por otro lado, las emociones *secundarias* o “adultas” ocurren a partir de que el sujeto empieza a conectar sistemáticamente objetos y categorías de objetos y situaciones, por una parte y emociones primarias, por otra.

Las emociones *primarias* se relacionan principalmente con el sistema límbico, siendo sus principales actores la amígdala y otras estructuras límbicas. Sin embargo,

estas no son suficiente para el proceso de las emociones *secundarias*, estas últimas requieren de la asistencia de la corteza prefrontal y somatosensorial (Damasio, 1996). A continuación se aborda de manera detallada las estructuras implicadas en las emociones.

### 2.3.1 Neurofisiología de las emociones

Las emociones comprenden un conjunto de subsistemas neurofisiológicos especializados de control motor, autonómico y de procesamiento sensorial (Tucker, Derryberry & Luu, 2000). Aunque el sistema límbico constituye un pilar para las emociones, existen otras estructuras que conforman parte un estado emocional en conjunto con dicho sistema y áreas corticales.

Los circuitos neuronales implicados en las emociones relacionadas con simples conductas de reacción ante estímulos involucran principalmente áreas subcorticales, aunque en los seres humanos estas áreas se encuentran conectadas a una gran cantidad de áreas corticales que median información más elaborada. Estas conexiones le permiten al sujeto procesar reacciones cognitivas y conductuales de mayor complejidad en estados emocionales (Lang, 2001).

Se ha encontrado que ante la presencia de un estímulo o situación emocional se activan múltiples áreas cerebrales las principales son: corteza prefrontal, corteza del cíngulo anterior, lóbulos temporal y parietal, así como la ínsula, el hipocampo, los ganglios basales, el tálamo, el mesencéfalo y la amígdala (Sanz-Martin, Castillo, Sánchez & Gumá et al., 2008). Estas áreas participan en las emociones de la manera que se explicará a continuación.

El tallo cerebral participa en la regulación somática ante cambios generados por una emoción, éste a su vez tiene conexiones con el hipocampo el cual recibe una cantidad de información exteroceptiva e interoceptiva importante. El hipotálamo



participa en el ajuste fino de las funciones homeostáticas así como en el monitoreo de las condiciones metabólicas, y la regulación del sistema endocrino ante cambios producidos por un estímulo emocional (Kandel, Jesell & Schwartz. 1997; Tucker, Derryberry & Luu, 2000).

La amígdala funciona como una especie de alarma, capaz de alertar al cerebro para desencadenar respuestas autónomas y endocrinas, que son integradas por el hipotálamo. Esto permite al cerebro agilizar el procesamiento sensorial y perceptual de los estímulos. Además, la amígdala también participa en la asociación entre estímulos y emociones y participa en el reconocimiento de emociones en el otro (Sanz-Martin et al., 2008).

Kandel, Jesell y Schwartz (1997) mencionan que el cíngulo anterior provee la motivación necesaria para la selección de los estímulos ambientales basados en su relevancia. Los lóbulos temporales participan en el reconocimiento de estímulos emocionales, especialmente en los faciales, ya que es una área que se ha relacionado con el reconocimiento facial, específicamente en la zona temporal inferior (Kandel, Schwartz & Jessell, 2000).

La corteza orbitofrontal se relaciona con la interpretación de las emociones, la experiencia emocional y la conducta social, ya que en ésta área se da una interfase entre la cognición y la información procedente del cuerpo (Damasio, 1996). Asimismo, el lóbulo parietal y la ínsula participan en la evaluación consciente de la emoción (Sanz-Martin et al., 2008).

Se ha sugerido que cada hemisferio procesa la emoción de diferente manera, por un lado se ha observado que el hemisferio derecho está especializado en la comprensión del estímulo emocional y en la expresión de la emoción. Sin embargo, también se ha visto que el hemisferio derecho se activa ante ciertas emociones negativas o de

evitación, mientras que el izquierdo lo hace ante emociones positivas o de acercamiento (Silberman & Weingartner, 1986).

### **2.3.2 El reconocimiento emocional**

La habilidad de reconocer expresiones emocionales resulta vital para una interacción social adecuada y una comunicación interpersonal efectiva (Masten et al., 2008). Dicha habilidad requiere la capacidad para percibir señales no verbales y el uso adecuado de estas pistas para determinar cuál es la emoción expresada (Nelson, 1987). En los seres humanos, las expresiones faciales proveen las señales más relevantes para reconocer estados emocionales en el otro (Eimer & Holmes, 2002).

Eimer y Holmes (2002) sugieren que el reconocimiento de la identidad facial y el análisis de la expresión emocional son procesos paralelos y parcialmente independientes. Por lo que antes de ahondar en el reconocimiento emocional es preciso señalar aspectos del reconocimiento facial.

El procesamiento facial se da de manera diferente al procesamiento de otros estímulos emocionales, por lo que existen áreas de la corteza temporal selectivas a rostros (Sanz-Martin et al. 2008). Antes de ser reconocido el estímulo facial debe pasar por el mismo procesamiento que cualquier otro estímulo visual, proyectándose en la retina, hacia el núcleo geniculado lateral del tálamo y de ahí a las áreas visuales, en primera instancia a la estriada (V1) para posteriormente ser procesada en áreas extra estriadas (Kandel, Schwartz & Jessell, 2000).

Resulta importante mencionar que desde la percepción de la imagen en el sistema visual se definen dos vías, una dorsal que termina en el lóbulo parietal posterior, especializada en la ubicación de los objetos en el espacio y en la percepción del movimiento; y una ventral que termina en el lóbulo temporal inferior, que participa en la percepción precisa de las características de los objetos. El reconocimiento de caras



requiere una percepción a detalle de los rasgos de una imagen, por lo que está íntimamente relacionado con la corteza temporal. Ésta tiene neuronas que responden a estímulos complejos específicos como una cara, a su vez mientras unas responden preferentemente a los rostros, otras lo hacen a expresiones faciales concretas (Kandel, Schwartz & Jessell, 2000).

Como se mencionó anteriormente, el reconocimiento de una emoción implica más que un reconocimiento facial. Thomas, De Bellis, Graham y Labar (2007) sugieren que el procesamiento de expresiones faciales emocionales involucra distintas áreas como la amígdala, la ínsula, el giro fusiforme y cortezas prefrontales. La amígdala es una estructura que resulta esencial en el reconocimiento emocional facial ya que participa en el procesamiento emocional de las señales sensoriales (Sánchez-Navarro & Román, 2004). Además contiene neuronas que responden de manera selectiva a la identidad facial y a algunas emociones faciales (Rolls, 1999).

El giro fusiforme participa en el reconocimiento de caras ya que ante la presencia de este tipo de estímulos muestra una activación importante (Kanwisher, McDermott & Chun, 1997). Carretié, López-Martín y Albert (2010) señalan la importancia de la corteza ventromedial en el reconocimiento emocional, ya que ésta tiene un rápido acceso a la información visual. Esto le permite integrar la información proveniente de la corteza temporal y darle nombre a la identidad o al tipo de expresión, además de responder emocionalmente de una forma adecuada con relación a un contexto (Rolls, 1999). Por otro lado la ínsula parece estar implicada en el reconocimiento de caras de enojo (Grosbras & Paus, 2006).

Ahora que se han revisado estructuras involucradas tanto en el reconocimiento facial como en el reconocimiento emocional, resulta pertinente relacionar dichos procesos con el desarrollo del ser humano.



En el niño, el desarrollo de esta habilidad se da desde muy temprana edad, hacia los 7 meses aproximadamente, el niño es capaz de discriminar un número considerable de expresiones faciales, como lo pueden ser la alegría, el enojo, el miedo o la tristeza (Nelson, 1987).

Durand, Gallay, Seigneuric, Robichon y Baudouin (2007) mencionan que el desarrollo total para reconocer emociones mas complejas no se obtiene antes de los 10 años, aunque, en la edad preescolar el niño ya cuenta con una capacidad importante para reconocer rostros con expresiones emocionales, al respecto los niños se muestran un poco menos hábiles que los adultos.

Es importante tomar en cuenta que el desarrollo normal de la habilidad para reconocer emociones depende en gran parte de la cualidad de las experiencias con emociones que tenga el niño en su interacción social (Masten et al., 2008). Por lo que experiencias de maltrato infantil físico en el desarrollo, pudieran afectar la habilidad para reconocer emociones. A continuación se mencionan algunas repercusiones del maltrato físico infantil en dicha capacidad.

### **2.3.3 Maltrato infantil y reconocimiento de emociones**

La habilidad para identificar emociones en una cara requiere el conocimiento de características específicas de diferentes estados emocionales que permitan categorizar un rostro a partir de una expresión facial de manera adecuada, este conocimiento depende en parte de la experiencia y de la clase de emociones a las que se está expuesto (Pollak & Sinha, 2008).

Se ha visto que el maltrato infantil influye de manera importante en la finura para identificar rostros emocionales, estos niños tienden a formar límites poco comunes entre los diferentes tipos de emociones en la categoriación de la emoción expresada en

una cara, lo que limita su capacidad para identificar estas de manera adecuada (Masten et al., 2008).

Algunos trabajos han revelado que el maltrato infantil físico se asocia con dificultades para identificar de manera general las emociones, uno de ellos es el realizado por Camras, Grow y Ribordy (1983), en el cual estudiaron en niños maltratados la habilidad identificar seis tipos de expresiones faciales: alegría, tristeza, enojo, miedo, asco y tristeza. En la tarea utilizada se les presentaba una historia a los niños en la cual debían identificar la emoción sentida por el protagonista eligiendo una foto correspondiente a dicha emoción. Los autores encontraron que los niños maltratados presentaron una pobre habilidad para identificar de manera adecuada las emociones en comparación con los controles.

Por otro lado Masten y colaboradores (2008) realizaron un estudio de reconocimiento de emociones mediante una tarea que presentaba rostros con diferentes expresiones emocionales en la cual el sujeto tenía que reconocer una determinada expresión emocional. En el estudio participaron niños maltratados con altos niveles de trastorno de estrés postraumático (TEPT), niños maltratados sin TEPT y niños sin historia de ningún tipo de maltrato. Los autores encontraron que los niños maltratados con y sin TEPT mostraron tiempos de reacción más rápidos que los controles en el reconocimiento de expresiones faciales, dicho efecto fue mayor en las caras de miedo.

Pollak et al (2001) realizaron un estudio en el cual utilizaron la técnica de potenciales relacionados a eventos y encontraron una amplitud significativamente mayor del componente P3b en una tarea *oddball* con rostros emocionales ante las caras de enojo en niños maltratados. Con base en estos resultados los autores concluyeron que los niños víctimas de maltrato pudieran destinar una mayor cantidad de recursos atencionales a los estímulos de enojo, los cuales pudieran ser más relevantes para ellos.

Pollak (2004) menciona que los niños maltratados a menudo muestran patrones de desarrollo emocional inusuales, ya que muestran un desempeño pobre en tareas de reconocimiento de emociones (Pollak, Cicchetti, Hornung & Reed, 2000). Estos niños suelen mostrar una alta sensibilidad a expresiones emocionales específicas de enojo, lo cual reduce su capacidad para detectar otras emociones (Pollak, 2003).

### **2.3.4 Emoción y control inhibitorio**

Pessoa (2009) menciona que la emoción juega un papel fundamental en la determinación de la conducta, para esto sugiere que las señales de la emoción se integran en un momento dado con el funcionamiento ejecutivo para incorporar un valor en el desarrollo de la conducta.

Los llamados estímulos emocionales pueden abarcar expresiones faciales emocionales o escenas con contenido afectivo, además de estímulos originalmente neutros que podrían haber adquirido un significado afectivo por asociación anterior con eventos aversivos. El significado afectivo de este tipo de estímulos tiene un impacto importante en el funcionamiento ejecutivo. Esto sucede en primera instancia debido a que un estímulo emocional implica una representación sensorial que tiende a recibir una atención prioritaria, aunado a esto, el control ejecutivo puede ser modulado por la interacción de información afectiva o emocional con estructuras de control superior (Pessoa, 2009).

Algunos estudios han abordado el efecto de estímulos emocionales en el funcionamiento ejecutivo. Al respecto, se ha sugerido que los estímulos emocionales son capaces de captar la atención de forma automática y por lo tanto interrumpir la ejecución de una tarea en curso (Schimmack, 2005). Dicha interrupción supone tener una ventaja evolutiva importante, ya que favorece una respuesta rápida ante estímulos



que pudieran ser potencialmente importantes para la supervivencia (Verbruggen & De Houwer, 2007).

Tanto la emoción como el funcionamiento ejecutivo son importantes para el comportamiento dirigido a metas. Aunque comúnmente se ha estudiado los efectos de la emoción en el funcionamiento ejecutivo, recientemente se ha investigado sobre la influencia que el funcionamiento ejecutivo puede tener sobre la emoción. Al respecto, Okon-Singer, Lichtenstein-Vidne y Cohen (2012) han sugerido que el control ejecutivo puede tener un efecto regulatorio sobre la emoción mediante procesos de tipo *top-down*. Esta modulación pudiera beneficiar el comportamiento dirigido a metas cuando existe contenido emocional que puede entorpecer el desempeño del sujeto. Algunos estudios de neuroimagen han servido de respaldo para esta hipótesis, ya que se ha encontrado activación en áreas relacionadas con el control ejecutivo que parecen atenuar la activación de áreas involucradas en el procesamiento emocional, como la amígdala (Hariri, Mattay, Tessitore, Fera & Weinberger, 2003; Pessoa, 2005; Blair et al., 2007). Se ha sugerido que un adecuado control cognitivo juega un papel fundamental en la modulación del efecto que un estímulo emocionalmente relevante pudiera tener sobre una conducta (Phillips, Drevets, Rauch & Lane, 2003).

De manera más específica, algunos estudios han estudiado la relación entre la emoción y el control inhibitorio. Se ha sugerido que la actividad neuronal relacionada con la emoción y la asociada con la inhibición de una respuesta constituyen procesos íntimamente interrelacionados y en cierta medida dependientes (Goldstein et al., 2007; Schulz, Clerkin, Halperin, Newcorn, Tang & Fan, 2009). Como se mencionó en el apartado anterior, la inhibición de repuestas relacionadas tanto a estímulos emocionales como no emocionales, está mediada por una red cerebral que comprende conjuntos neuronales corticales y subcorticales. Sin embargo, se ha relacionado la actividad de la



corteza orbitofrontal con mecanismos especializados de inhibición para estímulos emocionales (Mostofsky, 2003).

Otras áreas cerebrales como la corteza del cíngulo anterior y la corteza anterior insular se han relacionado también con la inhibición de respuestas a estímulos emocionales (Hare, Tottenham, Davidson, Glover & Casey, 2005; Shafritz, Collins & Blumberg, 2006). De manera más específica, la activación de la ínsula anterior se ha relacionado con la inhibición de una respuesta ante un estímulo emocional, mientras que la activación de la corteza del cíngulo anterior se ha relacionado con el control motriz, el procesamiento emocional y la interacción entre estos dos procesos (Hare, et al., 2005, Shafritz et al., 2006). Estas estructuras pudieran funcionar como puntos de entrada a través de los cuales los inputs cognitivos, sensoriales y emocionales influyen en la actividad o acción motriz (Augustine, 1996).

Algunos estudios con resonancia magnética funcional han combinado tareas de inhibición motriz con estímulos emocionales para explorar la interacción entre emoción y control de la conducta. Uno de estos estudios es el de Goldstein y colaboradores (2007), ellos utilizaron estímulos de palabras emocionales cuya fuente sirvió como la señal *Go/No Go*. Ellos encontraron evidencia de la interacción entre emoción e inhibición en varias regiones cerebrales, una de las principales fue el giro frontal inferior.

Por otro lado, Verbruggen y De Houwer (2007) examinaron el impacto de los estímulos emocionales en el rendimiento durante una tarea *Stop-Signal*. Ellos encontraron que la presentación de un distractor que causa hiperexcitación no sólo afecta la respuesta a los ensayos “*Go*” sino también la detención de una acción en curso. De manera que los estímulos emocionales, independientemente de la valencia, reduce la eficiencia en el control inhibitorio. En otro estudio, Schulz, Fan, Magidina, Marks,



Hahn y Halperina (2007) compararon el desempeño de sujetos sanos adolescentes en dos tareas *Go/ No Go*; las tareas eran exactamente iguales a excepción de que una comprendía estímulos emocionales (expresiones faciales de alegría y tristeza) y la otra no. Los autores reportaron que los sujetos mostraron tiempos de reacción más lentos, una mayor variabilidad en las respuestas y mayor número de errores de comisión en la tarea con estímulos emocionales.

Sagaspe, Schwartz, y Vuilleumier (2011), reportaron tiempos de reacción prolongados en una tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales. Los resultados mostraron que la detención de una acción motora ante estímulos amenazantes (con carga emocional) se asoció con activación de la corteza orbitofrontal (y no con el giro frontal inferior, el cual suele asociarse con la detención de una acción motora en curso). Esto puede sugerir que los sustratos neurales del control inhibitorio pueden ser diferentes en presencia de estímulos emocionales y en situaciones neutrales.

Recientemente, Pessoa, Padmala, Kenzer y Bauer (2012) utilizaron una tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales de baja y alta amenaza, ellos encontraron que el control inhibitorio se beneficia por estímulos emocionales de baja amenaza, pero se ve disminuido ante la presencia de estímulos emocionales de alto impacto. Al respecto, los autores mencionan que los estímulos emocionales de alta amenaza pueden utilizar los recursos necesarios para la realización adecuada de la tarea.

Recientemente, Kalanthroff, Cohen y Henik (2013), realizaron una tarea de tipo *Stop-Signal* utilizando imágenes neutras y emocionales con valencia negativa intercaladas entre los ensayos *Go* y *Stop*. Ellos encontraron que tanto el proceso de inhibición en los ensayos *Stop*, como los tiempos de reacción en los ensayos *Go* son más lentos ante estímulos emocionales con respecto a neutros. Los autores sugieren que la presencia de estímulos emocionales negativos puede tener un efecto de



“congelamiento cognitivo”, el cual hace más lento de manera general el desempeño del sujeto en una tarea de funcionamiento ejecutivo.

Algunos estudios han relacionado ciertas patologías con una sensibilidad alta a estímulos emocionales específicos, lo cual podría sugerir un desempeño deficiente en tareas de control inhibitorio motriz, por ejemplo, se ha reportado que sujetos con trastorno depresivo mayor tienden a presentar tiempos de reacción significativamente menores ante estímulos *Go* de tristeza que ante estímulos de miedo, enojo, alegría y neutra en una tarea *Go/No Go* (Ladouceur et al., 2006).

Además del efecto que pudiera tener un estímulo emocional por sí mismo en la ejecución de una tarea de inhibición, se ha sugerido que los estados afectivos negativos aumentan el impacto de los estímulos emocionales en el comportamiento de los individuos que presentan problemas en la inhibición de conductas motoras, esto puede deberse al estado de tensión que pudiera representar un estímulo emocionalmente significativo lo cual facilite la expresión de una conducta no adecuada (Hinshaw, 2003).

Orozco-Cabal y Herin (2008) mencionan que los individuos impulsivos suelen ser hipersensibles a las emociones negativas, ya que este tipo de emociones pueden sesgar el procesamiento de información y aumentar la tendencia a realizar actos impulsivos en estos individuos.

Respecto al contenido presentado en el capítulo se puede apreciar la relevancia que tienen las emociones no sólo en la interacción social adecuada y una comunicación interpersonal efectiva, sino también en el funcionamiento ejecutivo y en procesos básicos del mismo como lo es la inhibición. La calidad del desarrollo a nivel emocional es vulnerable al tipo de experiencias con emociones que tenga el niño de su interacción social. Tomando en cuenta esto, una experiencia de maltrato infantil en la infancia supone ser un agente amenazante no solo físico sino también emocional para el niño.



Esto ha sido evidenciado por estudios los cuales han reportado alteraciones en el reconocimiento facial emocional en niños maltratados.

Una herramienta que puede resultar útil para entender de mejor manera cómo reacciona el cerebro de niños maltratados ante estímulos emocionales relevantes puede ser el Electroencefalograma el cual se explicará a continuación.

## 2.4 Actividad Electroencefalográfica

La actividad electroencefalográfica (EEG) puede definirse como la actividad eléctrica cerebral que resulta de la suma de los potenciales (tanto excitatorios como inhibitorios) neuronales. Dicha actividad es continua y estocástica (cambia constantemente) (Guevara, Hernández, Sanz & Amezcua, 2011). El registro EEG permite cuantificar los cambios eléctricos en el cerebro y así percibir de forma indirecta la actividad del mismo. De manera que esta técnica puede reflejar variaciones eléctricas originadas por cambios en el cerebro, ya sea por factores fisicoquímicos, respuestas a un estímulo sensorial, el aprendizaje, la habituación, las emociones y el ciclo sueño-vigilia, entre otros (Sanz-Martin et al., 2008).

En registro EEG del ser humano se han ubicado ondas que tienen un rango de frecuencia entre los 0.5 y los 50Hz, éstas se han clasificado en diferentes tipos de ondas de acuerdo a su frecuencia, morfología, amplitud, reactividad y área cerebral de localización preferente (Sanz-Martin et al., 2008). Dicha clasificación indica que tienen características funcionales diferentes y subyacen procesos conductuales diferentes (Guevara et al., 2011).

Estas ondas pueden ser de tipo: delta, theta, alfa, beta y gamma (Andreassi, 2000), a continuación se explica cada tipo de onda:

- Delta: es una oscilación muy lenta que aparece durante el sueño y en personas anestesiadas; estas oscilaciones van de 1 a 4 Hz, con una amplitud entre los 100 y los 200 microVolts.
- Theta: incluye oscilaciones de 4 a 7 Hz., con una amplitud de 20 a 100 microVolts, este tipo de bandas se ha reportado más en niños que en adultos (Andreassi, 2000), principalmente en las regiones parietales y temporales y puede aparecer en situaciones de estrés emocional. Esta banda suele aparecer

durante las primeras fases del sueño de ondas lentas, también se ha relacionado con estados de meditación.

- Alfa: este tipo de ondas tiene una frecuencia de 8 a 13 Hz, su voltaje es cercano a los 50 microVolts y se relaciona generalmente con estados de vigilia relajados. La aparición de esta banda se favorece cuando el sujeto tiene los ojos cerrados y se bloquea en el momento en que enfoca su atención a una tarea mental determinada o se abren los ojos en estado de reposo.
- Beta: incluye oscilaciones con una frecuencia que va de los 13.5 a los 25-30 Hz. Con una amplitud de 20 a 30 microVolts. Aparece principalmente en las áreas frontales y centrales del cerebro ante estados de tensión o con los ojos abiertos en vigilia.
- Gamma: son ondas rápidas con una frecuencia de 30 a 40 Hz con una amplitud de 10 a 20 microVolts. Estas oscilaciones se asocian a pensamientos abstractos que demanden un alto nivel de procesamiento y con funciones motoras de orden elevado. Aparecen generalmente en las regiones frontocentrales (Guevara et al, 2011).

#### **2.4.1 Análisis EEG**

Existen diferentes tipos de análisis EEG, cada uno tiene sus particularidades y nos proporcionan información diferente de manera que dependiendo de lo que se busque pueden resultar complementarios. Los más usados son la Transformada Rápida de Fourier (TRF) y los análisis de coherencia y correlación.

La TRF permite separar los distintos componentes EEG y obtener los valores de frecuencia y amplitud de cada componente (Sanz-Martin et al., 2008). Este análisis consiste en un proceso de descomposición de la señal y resulta un método muy útil que

revela información que de otra manera resultaría complicado observar (Tong & Thakor, 2009).

Tanto la coherencia como la correlación son índices matemáticos que permiten determinar ciertas semejanzas entre dos señales electroencefalográficas, además de una aproximación de las posibles relaciones funcionales del cerebro ante conductas motivadas. La coherencia mide la estabilidad de dos señales en amplitud y fase, y sus valores van de 0 a 1. Por otro lado la correlación, no toma en cuenta la amplitud y se enfoca en la relación de fase entre las señales, esta se define entre los valores -1 y 1, expresando 1, la correlación máxima positiva, el -1 máxima correlación negativa y el cero ausencia de correlación (Guevara et al, 2011).

El grado de correlación puede indicar una relación entre la actividad eléctrica de dos o más regiones áreas cerebrales. Se ha sugerido que los procesos cognitivos de alto orden requieren de una integración dinámica y funcional de distintas áreas cerebrales, en ocasiones distantes, las cuales pueden conformar redes funcionales, la sincronía de la actividad eléctrica cerebral de dos o más áreas cerebrales puede reflejar un acoplamiento temporal y funcional entre ellas y por lo tanto, permiten una aproximación al conocimiento de áreas cerebrales relacionadas entre sí ante un proceso cognitivo específico (Guevara & Hernández, 2006; Muller & Anokhin, 2012).

A continuación se presentarán diferentes estudios en los cuáles se han utilizado estos tipos de análisis para obtener un tipo de información específica dependiendo del objetivo de cada estudio.

#### **2.4.2 Actividad EEG y maltrato infantil**

Algunos estudios EEG han evidenciado efectos adversos del maltrato en edades tempranas. Ito y colaboradores (1998) utilizaron esta técnica para evaluar la asimetría en niños y niñas víctimas de maltrato físico y abuso sexual en comparación con niños



sanos. Entre sus resultados reportaron que los niños maltratados presentan significativamente una mayor coherencia en la banda alfa en el hemisferio izquierdo en comparación con el hemisferio derecho. Esto se presentó en áreas centrales, temporales y parietales. A partir de estos hallazgos los autores sugieren la presencia de alteraciones en la diferenciación hemisférica.

En un estudio posterior también realizado en niños se registró la actividad EEG en estado de reposo en dos grupos, uno de sujetos institucionalizados y el segundo de sujetos sanos. El promedio de edad de los sujetos que participaron en dicho estudio fue de 23 meses, se llevaron a cabo cuatro registros por sujeto el primero llamado “línea base”, los siguientes registros se realizaron a los 30, 42 y 96 meses. Los resultados mostraron una mayor activación del hemisferio izquierdo en comparación con el derecho en los sujetos institucionalizados en línea base, además, contrario al grupo control, los sujetos institucionalizados mostraron una mayor activación del frontal derecho en comparación con el izquierdo a los 96 meses. Los autores sugieren que los resultados obtenidos aportan evidencia de que entornos adversos en edades tempranas pueden asociarse con alteraciones en los patrones de activación cerebral en áreas frontales (McLaughlin et al., 2011).

Otro estudio EEG relacionado con el maltrato infantil, fue el realizado por Miskovic y colaboradores (2009). A diferencia del anterior, en este participaron mujeres adolescentes con experiencias de maltrato infantil y sin maltrato. Ellos evaluaron la actividad eléctrica cerebral en reposo y encontraron una mayor potencia relativa en el hemisferio derecho en áreas frontales en las adolescentes maltratadas que en las no maltratadas.

### 2.4.3 Actividad EEG e inhibición motora

El electroencefalograma ha sido una herramienta que ha contribuido en el conocimiento de los procesos de inhibición motriz. La demanda en los ensayos *Stop* y *No-Go* de evitar la ejecución de una respuesta en los paradigmas *Stop-Signal* y *Go/No Go* respectivamente, se ha relacionado con respuestas fisiológicas a nivel eléctrico en el cerebro, las cuales pudieran interpretarse como indicadores de los procesos inhibitorios (Huster et al., 2013).

Los estudios con potenciales relacionados con eventos constituyen la mayor parte de las aproximaciones a los procesos de inhibición motriz desde la actividad eléctrica cerebral. De manera general, diversos trabajos han reportado dos componentes importantes presentes en una tarea de inhibición motriz, uno de ellos es una pronunciada negatividad fronto-central alrededor de los 200-300ms (N200) después de la presentación del estímulo (Kaiser, Weiss, Hill, Markela-Lerenc, Kiefer & Weisbrod, 2006), seguido de una respuesta positiva con un retraso aproximado de 150ms (P300) de fronto-central a centro-parietal (Huster et al., 2013).

Se ha observado un N200 de mayor amplitud en ensayos *No-Go*, la cual posiblemente esté relacionada con la inhibición de una respuesta, sin embargo, algunos estudios coinciden en que el componente N200 pudiera reflejar el conflicto causado por la competencia entre las acciones que son requeridas de manera frecuente (*Go*) e infrecuente (*Stop*) (Enriquez-Geppert, Konrad, Pantev & Huster, 2010).

Enriquez-Geppert y colaboradores (2010), realizaron un estudio de potenciales evocados con el objetivo de diferenciar las funciones de los componentes N200 y P300 en una tarea de inhibición motriz, para esto aplicaron una tarea que combina estímulos *Go*, con *No-Go* y *Stop*. En el estudio participaron 15 sujetos sanos con edad promedio de 26.2 años. La tarea se dividió en dos bloques, el primero se formó por un 75% de

estímulos *Go* mientras que el 25% restante quedó distribuido en ensayos *No-Go* y *Stop* de manera equitativa, a este bloque se llamó “75% *block*”, por lo que en el primer bloque los ensayos de baja frecuencia fueron los *No-Go* y los *Stop*. El segundo bloque fue compuesto de un 75% de los ensayos distribuido entre los ensayos *No-Go* y *Stop*, mientras que el 25% restante correspondió a ensayos *Go*, dicho bloque fue llamado “25% *block*” y a diferencia del primero, en este los estímulos de baja frecuencia fueron los *Go*. Los autores encontraron que en el “75% *block*”, el componente N200 tuvo una mayor amplitud en los ensayos *No-Go* y *Stop* (ensayos infrecuentes), mientras que en el “25% *block*”, el N200 fue mayor en los ensayos *Go* (ensayos infrecuentes), en ambos bloques el N200 se presentó principalmente en áreas fronto-centrales. Por otro lado, el componente P300 también fue más pronunciado en áreas fronto-centrales, además encontraron que la amplitud del P300 fue mayor en ensayos *Stop* que en ensayos *Go/No-Go*, de igual manera fue mayor en los ensayos que implican inhibición motriz que en los ensayos *Go*. A partir de estos resultados los autores concluyen que el componente N200 podría reflejar principalmente efectos relacionados con el conflicto entre estímulos frecuentes e infrecuentes, mientras que el P300 puede representar la inhibición motriz.

En otro estudio realizado con la técnica de potenciales relacionados con eventos, Liotti, Pliszka, Perez, Luus, Glahn y Semrud (2007) evaluaron y compararon el desempeño de niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) y niños sanos en una tarea de inhibición motriz (*Stop-Signal*), ellos encontraron una reducción anormal en el componente N200 frontal en niños con TDAH, así como también, una reducción del P300 en áreas centrales en respuesta a la señal *Stop*. Contrario a esto, Sendereck, Grabowska, Szewczyk, Gerc y Chmylak (2011) encontraron una mayor amplitud en el componente N200 en niños con déficit de



atención comparado con los controles en una tarea similar, lo cual sólo sucedió en los ensayos *Stop* realizados de manera exitosa.

Como puede observarse, diversos estudios de potenciales relacionados con eventos parecen haber detectado ciertos componentes que se relacionan de manera importante con procesos de inhibición motriz, sin embargo, se ha sugerido que dicha técnica podría presentar algunas limitaciones en el estudio de la inhibición motriz, una de ellas es que dicha técnica permite el registro de la actividad eléctrica de sitios independientes, por lo tanto no permite obtener información acerca de las posibles interacciones entre áreas cerebrales relevantes a procesos de inhibición (Muller & Anokhin, 2012), por lo tanto, resulta importante complementar el estudio de procesos inhibitorios con el registro de oscilaciones eléctricas cerebrales. Aunque dichos estudios existen en menor cantidad, a continuación se revisan algunos de ellos.

Shibata y colaboradores (1998) estudiaron la coherencia relacionada con eventos EEG en 10 sujetos durante la realización de una tarea de inhibición motora (*Go/No Go*). Ellos encontraron que en los ensayos *No-Go* hay un incremento de la sincronización interhemisférica frontal de la banda alfa, principalmente entre las áreas dorsolaterales, así como en la banda theta entre las áreas centrales, frontales y parietales. Los autores sugieren a partir de dichos resultados que la decisión de *No-Go* podría tomarse en áreas frontales dorso-laterales lo cual podría estar representado por la sincronización interhemisférica entre dichas áreas en la banda alfa, mientras que la inhibición motriz podría darse mediante áreas centrales y parietales en cooperación con áreas frontales, estos procesos podrían estar representados por la sincronización entre dichas áreas en la banda theta. También se ha sugerido que la banda theta puede reflejar operaciones de un sistema de monitoreo en el cual está implicada la corteza cingulada, esta área parece jugar un papel fundamental en el conflicto generado por la activación simultánea de dos

tendencias de respuesta en competencia (Nieuwenhuis, Yeung, Van Den Wildenerg & Ridderinkhof, 2003). Otro estudio que ha relacionado la banda alfa con la inhibición motriz es el realizado por Hummel, Andres, Altenmuller, Dichgans y Gerloff, (2002), ellos reportaron un incremento en la banda alfa en áreas sensoriomotoras ante la inhibición de un movimiento previamente aprendido.

La banda beta también se ha relacionado con procesos de inhibición, al respecto se ha reportado una mayor potencia de esta banda en áreas frontales durante los ensayos *Stop* exitosos (Alegre, Alvarez, Valencia, Iriarte & Artieda, 2008). Por otro lado, Swann y colaboradores (2009) realizaron un estudio con pacientes epilépticos en los cuales registraron la actividad eléctrica del cerebro durante la realización de una tarea *Stop-Signal* mediante el electrocorticograma; ellos encontraron una mayor respuesta en el giro frontal inferior derecho en la banda beta en la ejecución exitosa de ensayos *Stop* en comparación con un menor desempeño en estos ensayos. Esta respuesta se observó de 100 a 250 ms después de la aparición del estímulo *Stop*, también se han observado cambios similares en los ganglios basales. Ellos también observaron una desincronización de la banda alfa/beta en la corteza motora primaria en los ensayos *Stop*, este efecto fue menor en ensayos *Stop* realizados de manera exitosa. Los autores concluyeron que la detención de una acción en marcha se lleva a cabo a través de la actividad sincronizada de la banda beta en el giro frontal inferior derecho y ganglios basales, con efectos sobre la corteza motora primaria. Posteriormente los autores obtuvieron resultados similares al reportar un incremento en la banda beta en ensayos *Stop* en áreas frontales, así como una coherencia en dicha banda entre el área premotora y el giro frontal inferior derechos ante ensayos *Stop* exitosos, dichas áreas se ha reportado están implicadas de manera importante en los procesos de inhibición (Swann et al., 2012).

Por otro lado, Kramer, Knight y Münte (2011), reportaron un aumento de la potencia en la banda beta asociado ensayos *Stop* exitosos, dicho efecto fue mayor en áreas centrales. Se ha sugerido que la banda beta podría jugar un papel fundamental en el ajuste de conductas motoras (Engel & Fries, 2010). También se ha reportado un incremento de la banda gamma en áreas centrales en ensayos *No-Go*, lo cual se ha asociado a procesos inhibitorios (Shibata et al., 1999). Además, recientemente se ha sugerido un aumento en la amplitud de la banda gamma sobre el área premotora y el giro frontal inferior durante ensayos que implican la inhibición de un movimiento (Swann et al., 2012).

Savostyanov y colaboradores (2009) estudiaron las oscilaciones relacionadas con eventos en una tarea *Stop-Signal* en jóvenes ansiosos. En los ensayos *Go*, ellos encontraron una desincronización de banda total (8-25 Hz) justo antes de que el sujeto presionara el botón, la cual fue mayor en los sujetos con niveles altos de ansiedad. Al presionar el botón se presentó entre los 400 y 1400 mseg. una sincronización en el rango de frecuencias de 15-25 Hz. Después de la opresión del botón, el grupo con alta ansiedad mostró, entre los 0 y los 800 mseg., una desincronización de las frecuencias de 10-13 Hz. Se encontró una sincronización de las frecuencias bajas (1-7Hz) de 0 a 700 milisegundos después de apretar el botón. En los ensayos *Stop* se encontró una desincronización de 8-20Hz en 300 a 800 milisegundos después de la aparición de la señal *Stop*. En estos ensayos, los sujetos con mayores niveles de ansiedad la desincronización ocurrió de 8-13Hz en 0 a 600 milisegundos después de la aparición de la señal *Stop*.

En un estudio más reciente, Lavalley, Herrmann, Weerda y Huster (2014) evaluaron el desempeño de sujetos adultos sanos en una tarea *Stop-Signal* y registraron la actividad EEG durante el desempeño de dicha tarea, los autores asociaron un aumento



en la potencia en la banda delta en frontocentral y centroparietal, un aumento en la potencia de la banda theta en áreas frontocentrales, así como un aumento en la actividad bilateral de la bandas beta1 sobre áreas motoras y beta2 en áreas frontales a procesos de inhibición implicados en la tarea.

Por otro lado, se ha sugerido que los estímulos emocionales pueden verse representados a nivel cerebral por patrones EEG diferentes a los correspondientes a estímulos neutros, se ha reportado una mayor coherencia intrahemisférica e interhemisférica entre áreas prefrontales y posteriores en la banda beta ante estímulos visuales de contenido emocional (Miskovic & Schmidt, 2010).

Como se puede apreciar, la utilización del EEG para el estudio de procesos de inhibición motriz ha permitido la observación de cambios en la organización eléctrica cerebral ante tareas de este tipo. De manera general los estudios realizados en torno a este tópico sugieren una relación del componente N200 y la banda theta con monitoreo, mientras que el componente P300 y la banda beta se han relacionado con la inhibición. De igual manera estudios de EEG han corroborado la participación de regiones parietales, centrales y frontales en los procesos de inhibición motriz.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Investigaciones realizadas en adultos han demostrado la relación entre el maltrato físico infantil (MFI) con ciertos trastornos de personalidad, abuso de sustancias, conductas delictivas y trastornos psicopatológicos diversos. Sin embargo, aún es poco el conocimiento que se tiene acerca del impacto que el maltrato físico ejerce sobre el desarrollo de la conducta, la afectividad y la cognición de los niños.

Se estima que el 11% de los individuos entre los 5 y 19 años han vivido maltrato físico severo, el cual, supone altos niveles de estrés. Estudios han relacionado dichos niveles en la infancia con una hiperactividad del eje hipotalámico-hipofisiario-adrenal y por ende, con una hipersecreción de cortisol, el cual tiene un efecto citotóxico en el SNC. El MFI, al considerarse un agente estresante, se ha asociado con secuelas a largo plazo a nivel cerebral, presentándose anomalías anatómo-funcionales en estructuras como la corteza prefrontal, el hipocampo, la amígdala, el giro temporal superior, el cerebelo y el cuerpo caloso. Particularmente, estudios con EEG han mostrado que los niños maltratados presentan alteraciones del hemisferio izquierdo caracterizadas por mayor coherencia y menor activación relativa en este hemisferio. Asimismo, se han reportado efectos en el comportamiento, la afectividad y la cognición. Dichas alteraciones suelen traducirse en conductas agresivas, escasa empatía, baja tolerancia a la frustración, inestabilidad emocional e impulsividad.

El MFI se asocia además con déficits en la capacidad de inhibición, proceso que se sabe es afectado por las emociones. A este respecto se ha observado en tareas *Stop-Signal* que la presencia de estímulos emocionales relevantes suele entorpecer el desempeño del sujeto tanto en los estímulos *Go* como los *Stop*. Es factible que el efecto de las emociones sobre la inhibición sea mayor en los niños con MFI, debido a que se ha reportado que éstos presentan una mayor sensibilidad a emociones de enojo.

Por otra parte en estudios con EEG donde se ha analizado la organización eléctrica funcional ante la inhibición motriz en personas sanas, se ha observado que ante la supresión de una acción motriz en curso existe un incremento de la sincronización interhemisférica frontal de la banda alfa y beta; e intrahemisférica entre las áreas centrales, frontales y parietales en la banda theta. Dado que los niños con MFI presentan alteraciones en la actividad EEG, así como deficiencias en la inhibición motriz, es probable que sus patrones electroencefalográficos ante tareas de inhibición sean distintos a los observados en niños sin abuso.

Considerando que el MFI se asocia con alteraciones en el funcionamiento de la corteza prefrontal y por tanto en los procesos inhibitorios y emocionales nos preguntamos:

¿Qué características presenta la correlación EEG asociada a una tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales en niños con antecedentes de maltrato físico severo?

Para contestar esta pregunta se diseñó una investigación en la que se evaluó el efecto del maltrato físico infantil en la correlación electroencefalográfica durante una tarea de inhibición motriz con estímulos faciales emocionales en varones de 10 a 16 años. Además, se determinó si los menores víctimas de maltrato físico presentan una menor capacidad de inhibición motriz que sus pares no maltratados y si lo anterior, varía de acuerdo al tipo de emoción.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

Caracterizar la correlación eléctrica cerebral durante una tarea de inhibición motriz con estímulos faciales emocionales en varones de 10 a 16 años con antecedentes de maltrato físico severo.

## 4.2 Específicos

- Caracterizar la correlación inter-hemisférica durante una tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales en varones de 10 a 16 años con antecedentes de maltrato físico severo.
- Caracterizar la correlación intra-hemisférica durante una tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales en varones de 10 a 16 años con antecedentes de maltrato físico severo.
- Caracterizar la ejecución conductual en una tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales en varones de 10 a 16 años con antecedentes de maltrato físico severo.

## 5. HIPÓTESIS

### 5.1 General

- Los niños con historia de maltrato físico severo mostrarán, en comparación con sus pares no maltratados, una correlación electroencefalográfica diferente ante la ejecución de una tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales (expresión facial de enojo).

### 5.2 Particulares

- Los varones de 10 a 16 años con historia de maltrato físico severo mostrarán, ante los ensayos *Stop*, una menor correlación inter-hemisférica frontal que sus pares sin dicho antecedente ante las caras de enojo.
- Los varones de 10 a 16 años con historia de maltrato físico severo mostrarán, ante los ensayos *Stop*, una menor correlación entre áreas frontales y áreas posteriores que sus pares sin dicho antecedente ante las caras de enojo.
- Los varones de 10 a 16 años con historia de maltrato físico severo mostrarán un menor desempeño en la tarea de inhibición motriz (*Stop-Signal*), caracterizado

por mayor número de errores en ensayos *Stop* y *Go*, mayor número de omisiones incorrectas y tiempos de reacción mayores que sus pares sin dicho antecedente ante las caras de enojo.

## 6. MÉTODO

### 6.1 Diseño de la investigación.

La presente investigación es de tipo cuasi-experimental de grupos correlacionados. La muestra consta de 26 sujetos varones con edades de 10 a 16 años, los cuales se dividieron en dos grupos, el grupo MFI se compuso de 13 sujetos con antecedentes de maltrato físico severo, mientras que el grupo control lo conformaron 13 sujetos pareados de acuerdo con la edad, grado escolar, CI y estatus socioeconómico sin antecedentes de maltrato físico severo (figura 1).

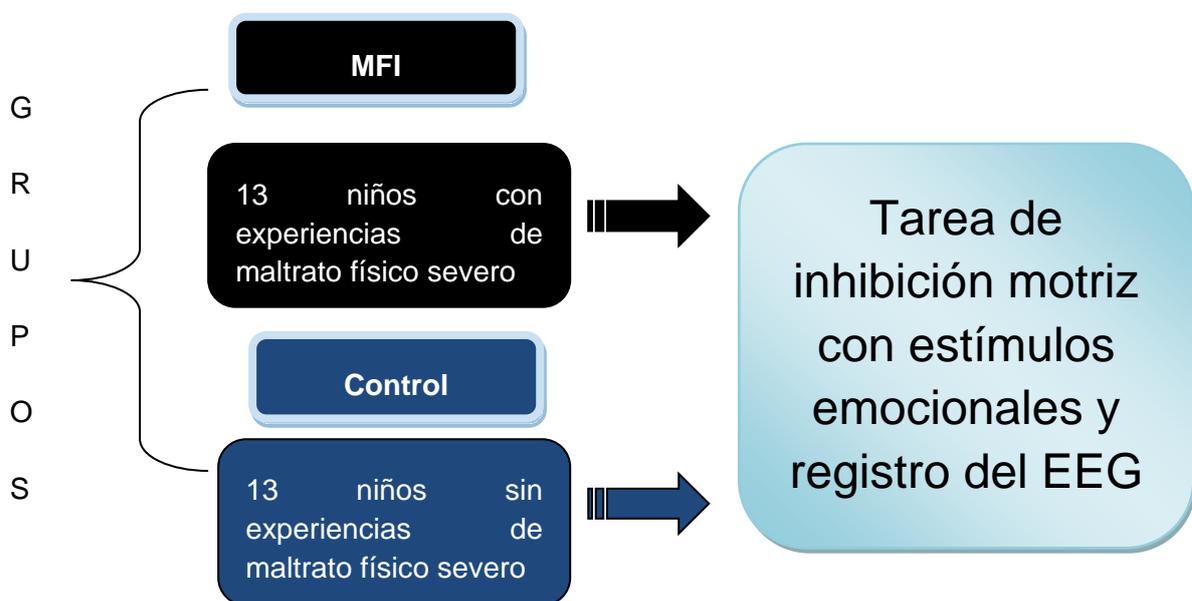


Figura 1. Diseño de la investigación.

## 6.2 Variables

### 6.2.1 Independiente

1. Maltrato físico infantil: generación, desarrollo y/o promoción activa de conductas, sucesos y/o situaciones bajo el control de los padres que se traducen en lesiones físicas intencionales causadas a un menor de 18 años (Sanmartín, 1999, p. 48). En este estudio la variable independiente es el maltrato físico severo; a continuación se muestra la distinción entre maltrato físico moderado y severo (tabla 1).

**Tabla 1. Criterios de tipos de maltrato (severo y moderado)**

<b>Maltrato Físico Severo</b>	<b>Maltrato Físico Moderado</b>
Golpes con un objeto (no en las nalgas)	Nalgadas (con la mano)
Patadas	Golpes en las nalgas (con un objeto)
Quemaduras	Bofetadas
Amenaza con algún cuchillo o arma de fuego	Jaloneos
Intento de asfixia	Pellizcos

Además de lo anterior, en el maltrato físico severo se incluyen todas aquellas acciones que hayan provocado en el niño moretones, quemaduras, fracturas, heridas o lesiones internas.

2. Tipos de emoción de los estímulos: alegría, miedo, enojo y neutra (sin expresión facial de alguna emoción).

## 6.2.2 Dependientes

### 6.2.2.1 Conductuales

Las variables dependientes conductuales son cada una de las mediciones enlistadas en la tabla 2.

**Tabla 2. Mediciones conductuales que se realizaron en la tarea de de inhibición motriz.**

	Ensayos Go	Ensayos Stop
Errores Stop (Cualquier respuesta en ensayos Stop)		X
Omisiones incorrectas (Omisión de cualquier respuesta)	X	
Tiempos de reacción	X	
Errores Go	X	

### 6.2.2.2 Electroencefalográficas

Correlación Interhemisférica ( $r$ -inter) y Correlación Intrahemisférica ( $r$ -intra) en las bandas delta, theta, alfa1, alfa2, beta1, beta2 y gama.

## 6.3 Participantes

Los participantes fueron reclutados para el estudio de instituciones dedicadas al trabajo con niños en situación de vulnerabilidad. Para esto se contactó con una institución de esta índole, se informó acerca del proyecto de investigación y se acordó la forma de trabajo respetando las normas y reglamentos de la institución. Resulta importante mencionar que se tomó un curso de inducción impartido por el personal de la institución en el cual se explicaron los objetivos, las normas y las metodologías bajo las cuales opera dicha institución. Dado al acercamiento formal establecido con la institución que se trabajó, fue posible llevar a cabo una revisión de los expedientes clínicos de los niños, esto permitió realizar una selección de candidatos a participar en el estudio tanto para el grupo MFI como en el grupo control.

A continuación se muestran los criterios de inclusión y exclusión del presente estudio (tabla 3).

**Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión para los grupos MFI y control.**

	<b>Criterios</b>	<b>MFI</b>	<b>Control</b>
<b>Inclusión</b>	Maltrato físico severo	X	
	Ausencia de abuso sexual	X	X
	Asistencia regular a la escuela	X	X
	Grado escolar correspondiente con su edad o en su defecto, atraso máximo de dos años	X	X
	Ausencia presumible de abuso de sustancias por parte de la madre durante el periodo de gestación	X	X
	Cociente intelectual estimado igual o mayor a 80	X	X
	Ausencia de traumatismo craneoencefálico de tipo 2 o 3	X	X
	Ausencia de Trastorno por Déficit de Atención	X	X
	Lateralidad derecha	X	X
	Sin Malnutrición	X	X
	Ausencia de trastornos psicóticos	X	X
	Edad de 10 a 16 años	X	X
	Ausencia presumible de consumo de sustancias de abuso	X	X
	<b>Exclusión</b>	Que el registro EEG no cuente con el número suficiente de segmentos libres de artefactos	X
Que el menor se presente ante la influencia de alguna droga		X	X
Que el menor sea golpeado fuertemente entre el tamizaje y la tarea experimental y presente traumatismo craneoencefálico de tipo 2 o 3		X	X

Como se puede observar en la tabla 3, los criterios de inclusión y exclusión fueron básicamente los mismos para los grupos MFI y control, el único criterio que difiere es la presencia de maltrato físico severo. Es importante mencionar que el grupo control se conformó en su mayor parte por sujetos que asisten a la misma casa que los niños del grupo MFI, esto procurando que ambos grupos sean similares en características de edad, escolaridad y nivel socioeconómico. La información proporcionada por los expedientes fue confirmada con los resultados de las pruebas de tamizaje.

## 6.4 Instrumentos

### 6.4.1 Selección de la muestra

- **Maltrato físico infantil:** Child Abuse screening tool children's en español (ICAST-C) de Zolotor, et al (2009), es un cuestionario que tiene un apartado diseñado para determinar la presencia de maltrato físico severo en el niño. Este test permite la selección de los sujetos para el grupo MFI ya que su aplicación explora la existencia de maltrato físico severo en el pasado. En éste se le pregunta al niño si sufre de maltrato actualmente o ha sido maltratado físicamente con acciones como empujar, pegar, golpear, azotar con objetos, ahogar, quemar, encerrar, amarrar, encadenar, jalar, pellizcar, obligarlo a estar en una sola posición o amenazarlo con un cuchillo o alguna otra arma; así mismo se le cuestiona acerca de la frecuencia del maltrato y del autor del mismo, lo cual permite no sólo detectar la presencia de maltrato sino caracterizarlo.
- **Abuso sexual infantil:** el apartado de abuso sexual del Child Abuse screening tool children's en español (ICAST-C) de Zolotor, et al (2009) se utilizó para descartar que los niños hayan sido víctimas de este tipo de maltrato. Este apartado permite detectar la presencia actual o pasada de abuso sexual mediante preguntas que se le hacen al niño a cerca de si le han dicho o escrito cosas de tipo sexual, si le han hecho observar algún video o fotos con contenido sexual, o los genitales de alguien, así como si han querido mirarle sus genitales o tratado de hacer un video pornográfico con él mientras tiene actividad sexual, o intentado tener sexo con él sin su consentimiento. De igual manera se le pregunta la frecuencia y el autor de dicho maltrato.

- **Esquizofrenia:** el apartado de esquizofrenia de la Children's Interview for Psychiatric (CHIPS) (Weller, E.B., Weller, Teare, & Fristad, 2001) es una entrevista dirigida a diagnosticar 20 trastornos de salud mental en niños de 6 a 18 años, basándose en los criterios del DSM-IV. Las preguntas en torno a la esquizofrenia se dividen en síntomas psicóticos, interferencia, duración y las consecuencias del trastorno en cada una de sus esferas como ser humano. Debido a que la esquizofrenia es un criterio de no inclusión se descartó a aquellos participantes que sus resultados fueron positivos.
- **Cociente intelectual:** para medir el cociente intelectual se utilizó la escala de inteligencia de Wechsler para niños (WISC-IV) (Wechsler, 2007) la cual es aplicable para niños de 6 a 16 años. Esta prueba permite evaluar la capacidad intelectual del niño (CI Total) y el funcionamiento de áreas específicas de inteligencia. Es importante mencionar que para esta investigación se utilizó una versión abreviada de la prueba la cual comprende la aplicación de dos subescalas: Vocabulario y Diseño con Cubos. Esta versión permite calcular un CI estimado.
  - **Vocabulario:** está compuesta por dos tipos de reactivos: verbales y con dibujos. En los verbales se presentan 36 palabras y se le cuestiona al niño: ¿Qué quiere decir (la palabra estímulo)?, dependiendo de la calidad de la respuesta se califica con un 0, 1, 2, este procedimiento aplica para cada reactivo, es importante mencionar que no se penalizan las dificultades de articulación. Para los reactivos con dibujos se presentan cuatro imágenes y se le pregunta al niño: ¿Qué es esto (dibujo estímulo)?, la calificación procede de la misma manera que en los

reactivos verbales, la prueba se discontinúa si se presentan tres puntuaciones en 0 de manera consecutiva.

- **Diseño con Cubos:** ésta sub prueba se compone de 14 reactivos, los cuales tienen la finalidad de evaluar las capacidades de percepción y análisis del niño. Implica la descomposición de una imagen en partes para posteriormente crear un diseño idéntico. Es una tarea no verbal de formación de conceptos la cual demanda una organización perceptual y conceptualización abstracta.

Para calcular el CI estimado, las calificaciones obtenidas en ambas sub pruebas se sumaron, dicha suma se multiplicó por tres y a esto se le sumó 40. En base a esto, se incluyeron en el estudio sólo aquellos sujetos que presentaron un CI estimado igual o mayor a 80.

- **Trastorno por déficit de atención (TDA):** Se aplicó un cuestionario adaptado por Ostrosky, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila y Pineda (2003) que se encuentra dentro de la batería de NEUROPSI, dicho cuestionario permite determinar la presencia del trastorno por déficit de atención (TDA) en niños de 6 a 17 años de edad de acuerdo a los criterios diagnósticos del trastorno por déficit de atención e hiperactividad del DSM-IV R. La escala consta de 18 preguntas para tutores y educadores agrupadas en inatención e hiperactividad o impulsividad. Un síntoma se considera presente al calificarse con dos puntos por lo que los niños que registren 36 puntos o más no podrán ser incluidos en este estudio.
- **Lateralidad:** Se utilizó la prueba Edinburgh handedness inventory (Oldfield, R., 1971) la cual mediante una serie de preguntas sobre conductas cotidianas y de acuerdo a una escala de Likert, se determina el grado de dominancia de cada mano. La dominancia resulta relevante al estudio ya que tiene un papel

predominante en la especialización de los hemisferios, por lo cual sólo se incluyeron diestros en la muestra, para que los resultados fueran más homogéneos en cuanto la organización cerebral y correlación.

- **Malnutrición:** WHO Reference 2007 (versión 1.2.2) es un software que facilita el análisis del estado nutricional en niños y adolescentes de 5 a 19 años. Fue creado por De Onis, Onyango, Borghi, Siyam, Nashida y Siekmann (2007) con el objetivo de elaborar curvas de crecimiento para escolares y adolescentes acorde a los patrones de crecimiento infantil de la OMS de 22 países. Utilizando la transformación de potencia de Box-Cox exponencial obtienen de -3 desviaciones estándar hasta +3 desviaciones estándar, en donde +2 y +3 corresponden a obesidad; -2 y -3 a desnutrición. Resulta relevante para el estudio evaluar la desnutrición ya que ésta puede generar deficiencias a nivel cognitivo que puedan contaminar la calidad de los datos, por lo cual los niños que presentaron desnutrición no fueron incluidos en esta investigación.

#### 6.4.2 Caracterización de la muestra

Con la finalidad de caracterizar a la muestra se midieron otras variables que frecuentemente acompañan en mayor o menor grado a los niños maltratados. Entre estas variables destacan el maltrato psicológico, la negligencia, el haber sido testigo de maltrato a la madre o a algún miembro de su familia, el trastorno por estrés posttraumático y la depresión. Si bien dichas variables no se consideran para seleccionar a los sujetos, sí permiten una mejor interpretación de nuestros hallazgos. A continuación se describen los instrumentos con los que se caracterizó a la muestra:

- **Maltrato psicológico:** se aplicó el apartado de maltrato psicológico Child Abuse screening tool children's en español (ICAST-C) de Zolotor, et al (2009) con el objetivo de conocer si el niño fue o había sido maltratado mediante insultos,

gritos, amenazas de abandono o de daño a la integridad del niño y humillaciones. Además de detectar la presencia de maltrato psicológico, esta sección nos permitió contrastar el impacto del maltrato físico de una manera un poco más precisa mediante la comparación de los grupos ya que el maltrato psicológico es una característica presente tanto en el grupo control como en el MFI, mientras que el maltrato físico severo solo estuvo presente en el grupo MFI.

- **Negligencia:** esta sección de ICAST-C de Zolotor et al. (2009) nos permitió conocer si el niño ha padecido descuido por parte del padre o tutor, por lo que se le cuestionó si lo habían privado del alimento, si le habían dado ropa sucia o dañada a pesar de haber la posibilidad de tenerla en condiciones adecuadas o zapatos rotos, o si lo atendieron cuando estaba enfermo o si no había nadie que lo apoyara cuando más lo necesitaba.
- **Testigo de maltrato:** este apartado del ICAST-C de Zolotor et al (2009) permite conocer si el niño ha presenciado escenas de maltrato, lo cual puede representar ciertas fuentes estresantes que pueden estar relacionadas con características conductuales y electroencefalográficas del niño. En este apartado se le pregunta al niño si ha presenciado situaciones violentas que involucren gritos, golpes, patear, abofetear o que hayan utilizado armas de cualquier tipo, o que hayan presenciado algún asesinato, disparos, explosiones, peleas, etc.
- **Trastorno por estrés postraumático (TEPT):** se utilizó la escala CPSS (Bustos, Rincón & Aedo, 2009) la cual es un test que mediante una escala de Likert con un punto de corte de 24 permite categorizar en bajo y alto TEPT. Esta escala permite explorar la presencia de TETP mediante preguntas en torno a los síntomas característicos del TEPT como son pensamientos recurrentes sobre el

evento traumático, pesadillas, sensaciones en el cuerpo de ansiedad cuando escucha algo relacionado al evento traumático, evitación de pensamientos, emociones o actividades asociadas al evento traumático, dificultad para contactar con sus emociones, así como con las personas, desesperanza, dificultades para recordar una parte importante del evento, irritabilidad, falta de concentración e hipervigilancia.

- **Ansiedad:** se aplicó la escala de ansiedad para niños de Spence (SCAS) (Hernández, Bermúdez, Spence, González, Martínez, & Aguilar, 2010), la cual toma en consideración varios trastornos de ansiedad pudiendo arrojar así la puntuación global con punto de corte de 40 (puntuación bruta), así como la puntuación de cada trastorno como son: ansiedad por separación, la fobia social, el trastorno obsesivo compulsivo, agorafobia, miedo al daño físico y ansiedad generalizada.
- **Depresión:** Se utilizó el Children's Depression Inventory (*CDI*) (Kovacs, 2004), el cual se desarrolló partiendo de la teoría de depresión de Beck. La prueba consiste en 27 reactivos, los cuales fueron estandarizados tanto en niños sanos como en niños que estaban recibiendo tratamiento psiquiátrico. La prueba incluye temas como sensación de capacidad, auto-percepción, ideación suicida, concentración, hábitos alimenticios y del dormir, sentido de pertenencia, capacidad de disfrute y otros en relación con el trabajo escolar, problemas de conducta y culpabilidad.

### 6.5 Tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales

En esta investigación se empleó una tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales, la cual implica dos tipos de ensayos: *Go* y *Stop*. Mientras que los ensayos *Go* sólo contienen estímulos a los que se debe responder, los ensayos *Stop* tienen tanto



estímulos a los que se deben responder como una señal de alto. Los estímulos *Go* consisten en fotografías de rostros de hombres y mujeres, de entre 18 y 50 años de edad (adultos), con expresión de miedo, alegría, enojo y neutra. Las fotografías son en blanco y negro y tienen una resolución de 640x480 píxeles. Cada fotografía permanece en la pantalla por 1000 ms., habiendo un intervalo inter-estímulo de 2000 ms. En el ensayo *Go* se les pidió a los participantes que oprimieran el botón derecho del ratón cuando apareciera un rostro femenino, así como, el botón izquierdo del ratón cuando vieran un rostro masculino.

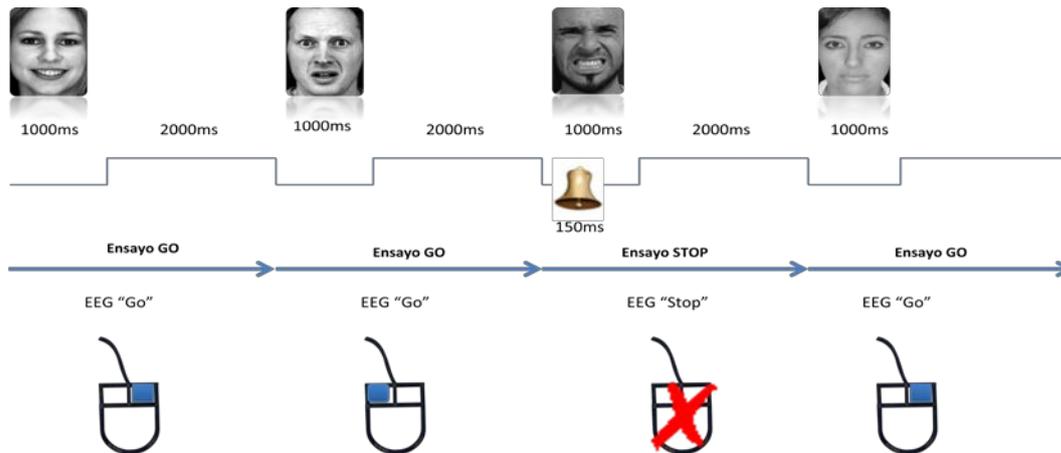
En los ensayos *Stop*, también aparecían fotografías de hombres o mujeres con distintas expresiones emocionales; pero a diferencia del ensayo *Go*, en éste 150 ms después de la aparición de la imagen se escuchaba un sonido (señal de alto) que indicaba al sujeto que detuviera la acción de presionar algún botón. Los ensayos *Stop* estaban intercalados entre los ensayos *Go* de manera aleatoria en una proporción de 1 a 4, por lo que los ensayos *Stop* representaron el 25% del total de los ensayos de la prueba.

La tarea de inhibición motriz estuvo conformada por 400 ensayos divididos en cuatro secuencias de 100 ensayos cada una. Cada ensayo tuvo una duración de 3000 ms (1000 ms del estímulo y 2000 ms del intervalo inter-estímulo). 300 ensayos eran del tipo *Go* y 100 del tipo *Stop*. Los estímulos emocionales estuvieron distribuidos de manera equitativa en las secuencias, de igual manera en los ensayos *Stop*, esto significa que de los 100 ensayos *Stop* correspondían 25 a cada emoción (alegría, enojo, miedo y neutra).

A continuación se muestran las instrucciones que se les dieron a los participantes:

*“Al centro de la pantalla aparecerá una imagen que puede ser de hombre o mujer, cada vez que salga la cara de un hombre vas a presionar lo más rápido que puedas el*

botón izquierdo del mouse. Cada vez que salga la cara de una mujer vas a presionar lo más rápido posible el botón derecho del mouse. En algunas ocasiones vas a escuchar un sonido, cuando lo escuches tienes que evitar presionar algún botón, así que pon mucha atención. Es muy importante que trates de no parpadear y no moverte” (Figura 2).



**Figura 2. Tarea de inhibición motriz (Stop-Signal).** La tarea presenta un estímulo emocional o neutro durante 1000ms con un intervalo inter-estímulo de 2000ms entre un estímulo y otro. En los ensayos *Go* el sujeto debe presionar el botón derecho del ratón ante la aparición de un rostro femenino y el botón izquierdo ante la aparición de un rostro masculino. En los ensayos *Stop* se escucha un sonido 150ms después de que aparece la fotografía de algún rostro, ante este sonido el sujeto debe evitar presionar cualquier botón.

Antes de iniciar la tarea se realizó una serie de ensayos para corroborar que el participante tuviera una comprensión adecuada de las instrucciones y en caso de existir dudas se aclararon antes de empezar la tarea.

## 6.6 Registro y análisis EEG

La actividad EEG se registró en las siguientes derivaciones: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, C3, C4, P3, P4 de acuerdo con el Sistema Internacional 10-20 de colocación de electrodos (Jasper, 1958). Además se colocaron un par de electrodos en los cantos superior e inferior de los ojos para controlar los artefactos oculares así como otro en la muñeca izquierda para registrar la frecuencia cardiaca. El registro se

llevó a cabo por medio de un polígrafo Neuroscan modelo Nuamps. Los electrodos que se utilizaron son de tipo platillo de plata clorurada. La impedancia de los electrodos se mantuvo por debajo de los 10 Kohms. Se tomaron muestras de 500 puntos, con una frecuencia de muestreo de 500 Hz. En primera instancia se registró durante 3 minutos la actividad EEG en estado de reposo con los ojos abiertos y cerrados, posteriormente se registró la actividad EEG durante la ejecución de la tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales.

Fuera de línea, se revisó el electroencefalograma para eliminar los segmentos contaminados. Posteriormente, se calcularon las correlaciones intra-hemisférica<sup>1</sup> e inter-hemisférica<sup>2</sup> en las siguientes bandas de frecuencia: delta (1-3Hz), theta (4-7Hz), alfa1 (8-10), alfa2 (11-13), beta1 (14-19), beta2 (20-30) y gamma (31-50). Con la finalidad de normalizar los datos, las correlaciones se transforman a valores zetas de Fisher. Es importante mencionar que se analizan de forma independiente los segmentos de actividad EEG correspondientes a cada tipo de estímulo facial (alegría, enojo, miedo y neutro) en los ensayos *Stop*.

## 6.7 Procedimiento

Para la selección de participantes, se realizó el contacto con una institución dedicada al trabajo con niños varones en situación de vulnerabilidad, se realizaron los convenios correspondientes y se autorizó la asistencia para llevar a cabo un acercamiento lúdico durante un par de meses, posteriormente se solicitó un permiso para acceder a los expedientes que posee la institución. Una vez autorizado se llevó a cabo una revisión de los expedientes, se realizó una preselección de 42 candidatos a participar en el estudio, esto de acuerdo a la información proporcionada por los

---

<sup>1</sup> La correlación intra-hemisférica será calculada de la siguiente manera: Fp1-F3, Fp1-F7, Fp1-C3, Fp1-T3, Fp1-T5, Fp1-P3, Fp2-F4, Fp2-F8, Fp2-C4, Fp2-T4, Fp2-T6, Fp2-P4, F3-F7, F3-C3, F3-T3, F3-T5, F3-P3, F4-F8, F4-C4, F4-T4, F4-T6, F4-P4, F7-C3, F7-T3, F7-T5, F7-P3, F8-C4, F8-T4, F8-T6, F8-P4.

<sup>2</sup> La correlación inter-hemisférica será calculada de la siguiente forma: Fp1-Fp2, F3-F4, F7-F8, C3-C4, T3-T4, T5-T6, P3-P4.



expedientes con respecto a la edad, estado de salud del niño, peso, escolaridad, presencia de algún tipo de maltrato en su historial, reporte de algún trastorno psicótico o traumatismo craneoencefálico tipo 2 o 3.

Posteriormente se realizaron entrevistas con miembros del personal de la institución encargados de llevar los casos de los candidatos a participar en el estudio con el objetivo de confirmar principalmente los antecedentes de maltrato físico severo así como recabar la mayor cantidad de información posible que permitiera realizar un filtrado con mayor precisión antes de aplicar el tamizaje. Se realizaron las sesiones de tamizaje con duración aproximada de 1 hora, en las cuales se aplicaron los instrumentos que permiten conocer si el candidato cumplía con los criterios de inclusión o no; dichas sesiones se llevaron a cabo en las instalaciones del albergue en un espacio y condiciones acordadas con las autoridades de la institución. Una vez revisados los expedientes, realizadas las entrevistas y aplicado el tamizaje se detectaron 13 niños para formar el grupo MFI. Para la selección de los sujetos del grupo control, se realizó una búsqueda de sujetos similares en grado escolar, CI, edad, y que cumplieran con los criterios de inclusión para dicho grupo.

En primera instancia, esta búsqueda se llevó a cabo en niños y jóvenes del mismo albergue, para lo cual se realizó una segunda revisión de expedientes así como los mismos procedimientos utilizados previamente para la detección de sujetos MFI (entrevistas con el personal, con los sujetos y aplicación de las pruebas del tamizaje). Se detectaron 8 candidatos que cumplieron con los criterios para formar parte del grupo control y que se asemejan a sujetos del grupo MFI en los aspectos previamente mencionados. Ante la insuficiencia de niños de albergue que se asimilaran a los del grupo MFI pero sin el antecedente de maltrato físico severo y/o el incumplimiento de los criterios de inclusión para el grupo control, se buscaron y detectaron 5 sujetos que



no pertenecen al albergue. Es importante señalar que al igual que a los sujetos del albergue se les realizó una entrevista y se les aplicó el tamizaje, procurando que fueran similares a los del grupo MFI en edad, CI, nivel escolar y nivel socioeconómico.

Una vez que se seleccionaron a los participantes definitivos que formaron parte de los grupos MFI y control, se acordó junto con las autoridades correspondientes una fecha para que el sujeto asistiera al Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara para realizar el registro EEG durante la ejecución de la tarea de inhibición motriz. Para esto, se informó tanto a los participantes, como padres de familia e instituciones involucradas acerca de los requerimientos y seguridad del procedimiento experimental. Los niños asistieron a la sesión experimental bajo la supervisión de un adulto.

Durante la sesión experimental se sentó a cada participante cómodamente frente a un monitor de computadora, se le colocaron los electrodos y se registró la actividad EEG durante tres minutos en reposo con ojos abiertos y durante tres minutos en reposo con cerrados. Posteriormente se le explicó la tarea a realizar, se aplicó un bloque de prueba el cual tiene una menor duración a los bloques experimentales y cumple con dos funciones: la primera es que ejerce como un bloque de entrenamiento en el cual busca que el sujeto se acostumbre a responder, ya que este bloque tiene pocos ensayos *Stop*; y la segunda, es que permite verificar que el sujeto haya entendido las instrucciones que se le dieron para realizar la tarea; durante la ejecución de dicho bloque no se registró la actividad EEG. Una vez terminado el bloque de prueba, el sujeto procedió a realizar los cuatro bloques experimentales de la tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales mientras se registró la actividad EEG. La duración total de la sesión fue aproximadamente de una hora y media.

Los procedimientos propuestos en la presente investigación se encuentran de acuerdo con las normas éticas, y con la Declaración de Helsinki de 1975 y sus enmiendas, así como con los códigos y normas Internacionales vigentes para las buenas prácticas en la investigación clínica. Este proyecto fue aprobado por el comité de ética institucional el 20 de Enero de 2013 (Anexo 1).

### 6.8 Análisis estadístico

Como se muestra en la tabla 4, para analizar la interacción entre los grupos y las emociones en la tarea de inhibición motriz, se realizaron análisis de varianza (ANDEVAS) de grupos correlacionados (2x4) para los ensayos *Stop*, para las correlaciones inter e intra hemisféricas en cada banda (delta, theta, alfa1, alfa2, beta1, beta2, gamma) y derivación. Para los datos conductuales se hicieron ANDEVAS de grupos correlacionados (2x4). Finalmente, se realizó un análisis a posteriori de Tukey para establecer el sentido de las diferencias. Para todos los análisis descritos se consideró un alfa menor de 0.05.

**Tabla 4.** Análisis de grupos correlacionados que se empleó para analizar cada derivación y banda EEG registrado durante la tarea *Stop-Signal*. Nótese que en el análisis se tienen dos grupos y cuatro tipos de emoción para la condición *Stop*. En total se tendrán 8 celdas de análisis.

Ensayos <i>Stop</i>				
Grupos	Alegría	Enojo	Miedo	Neutra
Control	1	2	3	4
MFI	5	6	7	8

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Caracterización de la muestra

El proceso de tamizaje permitió seleccionar 13 participantes para formar el grupo MFI, para esto, los sujetos cumplieron con los criterios de inclusión previamente mencionados. Es relevante señalar que todos los niños comprendidos en este grupo (MFI) tienen más de seis meses en el albergue y tienen contacto con sus familias cada fin de semana, por lo que su estancia en el albergue es de lunes a viernes. A continuación se muestran los resultados obtenidos por los sujetos del grupo MFI en el tamizaje (tabla 5).

**Tabla 5.** Caracterización de los sujetos que formaron el grupo MFI. Los números en negritas indican puntuaciones clínicamente significativas de acuerdo a la escala de la prueba. El total muestra las medias (E.E.) del grupo MFI para el CI, edad, TEPT, ansiedad y depresión, así como la frecuencia de casos para el maltrato psicológico (MP), negligencia y TDAH.

Sujeto	CI	Edad	MP	Negligencia	TDAH	TEPT	Ansiedad	Depresión
1	109	16.7	Si	Si	No	2	63	43
2	106	16.1	Si	Si	No	0	52	43
3	115	15.4	Si	No	No	<b>32</b>	50	50
4	109	15.3	Si	Si	No	2	51	52
5	115	15.9	Si	Si	No	6	60	32
6	97	14.8	Si	Si	No	9	56	35
7	103	14.2	Si	Si	No	5	56	58
8	112	13.8	Si	Si	No	<b>45</b>	56	<b>71</b>
9	114	12.3	Si	Si	No	19	<b>66</b>	50
10	117	11.8	Si	Si	No	21	54	58
11	94	10.5	Si	Si	No	22	<b>66</b>	43
12	118	10	Si	No	No	18	56	48
13	121	13.5	Si	No	No	10	37	<b>70</b>
Total	110 (2.3)	13.9 (0.6)	13/13	10/13	0/13	14.6 (3.7)	55.6 (2.1)	50.2 (3.3)

\* En la escala del TEPT se considera una puntuación clínicamente significativa si es igual o mayor que 24, en el caso de la depresión y ansiedad se muestran las puntuaciones T y se consideran altas si son iguales o mayores a 65.

Por otro lado, cabe recordar que el grupo control quedó conformado por 8 niños que pertenecen al mismo albergue que los participantes que conforman el grupo MFI y 5 niños que no pertenecen a ningún albergue. A continuación se muestran los resultados obtenidos por los sujetos que forman parte del grupo control en las pruebas tanto para el cumplimiento de criterios como para la caracterización de la muestra (tabla 6).

**Tabla 6.** Caracterización de los sujetos que formaron el grupo control. Los números en negritas indican puntuaciones clínicamente significativas. Los sujetos sombreados no residen en el albergue, fueron reclutados de manera externa. El total muestra las medias (E.E.) del grupo MFI para el CI, edad, TEPT, ansiedad y depresión, así como la frecuencia de casos para el maltrato psicológico (MP), negligencia y TDAH.

Sujeto	CI	Edad	MP	Negligencia	TDAH	TEPT	Ansiedad	Depresión
1	118	16.9	No	No	No	19	62	53
2	112	16.3	No	No	No	6	52	35
3	127	15	No	No	No	3	58	35
4	97	15.8	Si	Si	No	<b>48</b>	<b>67</b>	<b>74</b>
5	103	15.5	Si	No	No	10	47	52
6	100	13.9	No	No	No	<b>43</b>	64	53
7	97	13.7	Si	No	No	8	53	47
8	121	13.2	Si	No	No	23	61	50
9	103	12.8	Si	Si	No	<b>33</b>	<b>65</b>	58
10	115	11.5	Si	No	No	9	59	43
11	97	10.8	Si	Si	No	12	60	53
12	112	10.1	Si	Si	No	10	58	55
13	121	13.3	No	No	No	6	61	42
Total	109.4 (2.9)	13.7 (0.6)	8/13	4/13	0/13	17.6 (4.1)	59 (1.5)	50 (2.9)

\* En la escala del TEPT se considera una puntuación clínicamente significativa si es igual o mayor que 24, en el caso de la depresión y ansiedad se muestran las puntuaciones T y se consideran clínicamente significativas si son iguales o mayores a 65. Los sujetos sombreados fueron reclutados de manera externa al albergue.

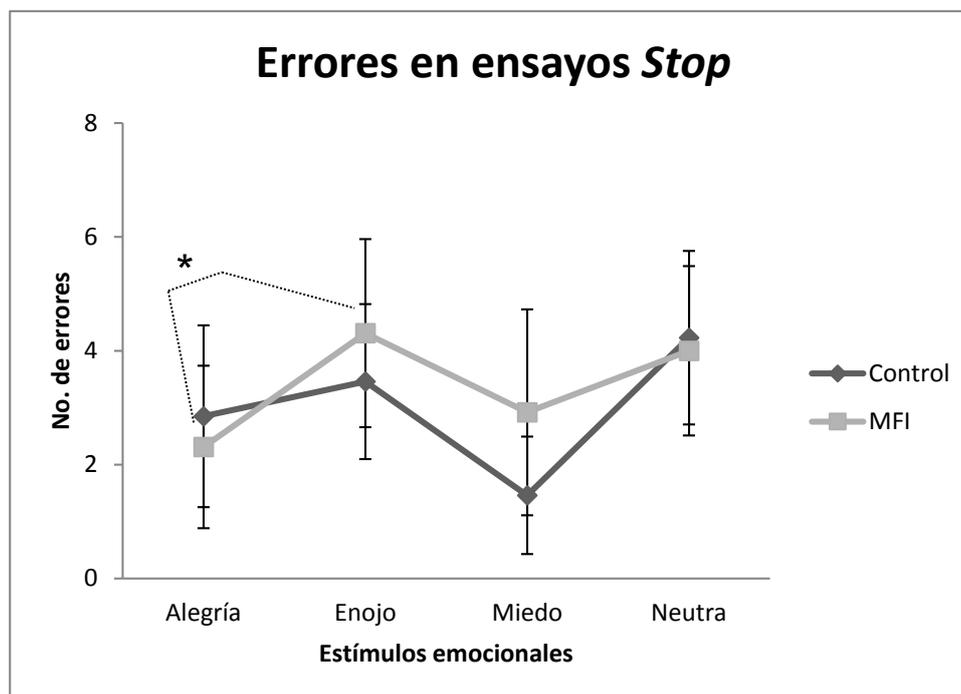
Los niños con antecedentes de maltrato físico severo se encuentran pareados con los del grupo control, de acuerdo a edad, CI y grado escolar, para esto se realizaron pruebas t para grupos correlacionados con el objetivo descartar diferencias significativas en dichas variables entre cada sujeto del grupo MFI y su par en el grupo control. La posición que guarda cada niño en el grupo MFI corresponde a la posición de su par en el grupo control (tablas 5 y 6).

En cuanto a la caracterización de la muestra, los datos presentados (tablas 5 y 6) muestran la presencia de antecedentes de maltrato psicológico en todos los sujetos del grupo MFI, no así en el caso del grupo control, en el cual 5 sujetos se encuentran exentos de este tipo de antecedentes. De igual manera, el grupo MFI presenta una mayor cantidad de antecedentes de negligencia; en el grupo control los antecedentes de negligencia corresponden a sujetos que forman parte del albergue, sin embargo, no todos los sujetos del albergue (tanto del grupo MFI como control) presentan antecedentes de este tipo. Además, ambos grupos lucen similares en cuanto a la

presencia de TEPT, ansiedad y depresión, sin embargo, es importante señalar que en el caso del grupo control, ningún sujeto externo al albergue presentó puntuaciones altas en alguna de dichas escalas.

## 7.2 Tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales

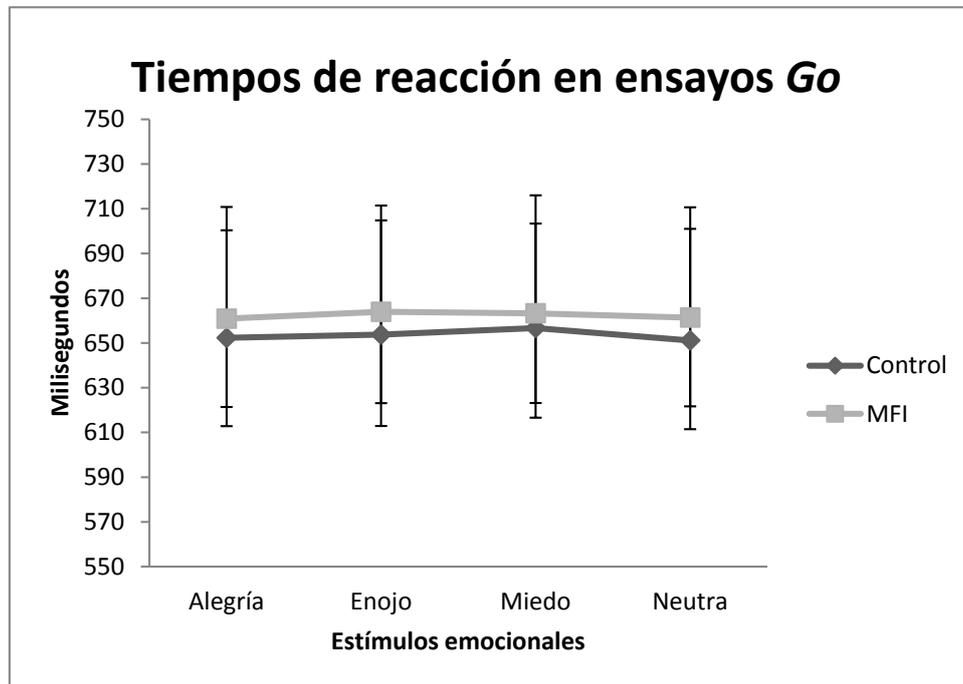
En la cantidad de errores cometidos en los ensayos *Stop* no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $F_{(1,12)}= 0.203$   $p=0.661$ ), sí se encontraron diferencias por el tipo de emoción ( $F_{(3,36)}=10.597$   $p=0.000$ ). Así mismo, existe una tendencia a la interacción grupo\*emoción ( $F_{(3,36)}=2.626$   $p=0.065$ ) (figura 3). Los análisis a posteriori realizados mostraron que el grupo MFI obtuvo una mayor cantidad de errores en los ensayos *Stop* con estímulos de enojo que con estímulos de alegría, en cambio en el grupo control no existió tal diferencia (figura 3).



**Figura 3.** Número de errores (MD  $\pm$  1.96 E.E.) en los ensayos *Stop* ante cada emoción en la tarea *Stop-Signal* en los grupos control y de menores con maltrato físico severo (MFI). \*  $p < 0.05$ .

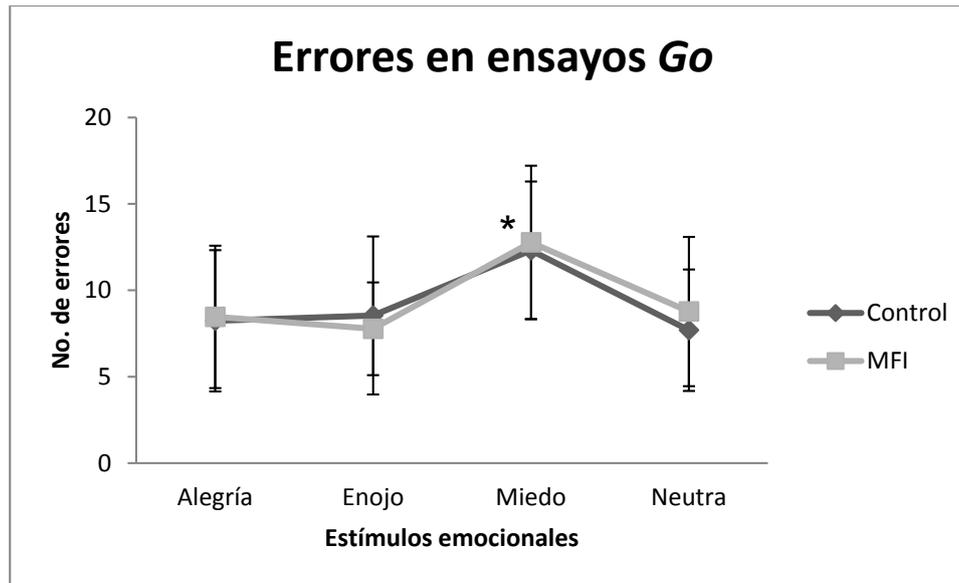
En los tiempos de reacción no se encontraron diferencias por grupo ( $F_{(1,12)}= 0.101$   $p=0.756$ ), aunque sí se encontraron diferencias por emoción ( $F_{(3,36)}= 3.001$   $p=0.043$ ), sin embargo; no hubo interacciones entre los grupos y las emociones ( $F_{(3,36)}=$

0.791  $p=0.507$ ). Los análisis a posteriori realizados no indicaron diferencias en direcciones relevantes para el estudio.



**Figura 4.** Tiempos de reacción ( $MD \pm 1.96$  E.E.) en los ensayos *Go* ante cada emoción en la tarea *Stop-Signal* en los grupos control y de menores con maltrato físico severo (MFI).

En cuanto a los errores en ensayos *Go*, no se encontraron diferencias por grupo ( $F_{(1,12)}= 0.030$   $p=0.866$ ), sí se obtuvieron diferencias significativas por emoción ( $F_{(3,36)}= 14.326$   $p=0.0001$ ) y no hubo interacciones entre grupos y emociones ( $F_{(3,36)}= 0.373$   $p=0.773$ ). Los análisis a posteriori mostraron que ambos grupos obtuvieron mayor cantidad de errores en ensayos *Go* con estímulos de miedo con respecto a los otros tipos de estímulos emocionales y neutros (figura 5).



**Figura 5.** Número de errores (MD  $\pm$  1.96 E.E.) en los ensayos *Go* ante cada emoción en la tarea *Stop-Signal* en los grupos control y de menores con maltrato físico severo (MFI). \*  $p < 0.05$  en la diferencia de cantidad de errores en ensayos *Go* con estímulos de miedo en ambos grupos con respecto a los otros estímulos emocionales y neutros.

En las omisiones incorrectas no se encontraron diferencias ni por grupo ( $F_{(1,12)} = 0.115$   $p = 0.740$ ), ni por emoción ( $F_{(3,36)} = 0.048$   $p = 0.986$ ), tampoco hubo interacción grupo\*emoción ( $F_{(3,36)} = 0.450$   $p = 0.719$ ).

### 7.3 Correlación Electroencefalográfica

Los ANDEVAS mostraron que en general existen diferencias en la correlación eléctrica cerebral por el efecto del factor grupo, no se encontraron diferencias por emoción, a continuación se presentan las diferencias significativas obtenidas en las correlaciones tanto interhemisféricas como intrahemisféricas.

#### 7.3.1 Correlación interhemisférica (r-inter)

El grupo control presentó una mayor correlación entre F1-F2 en la banda Theta, mientras que los sujetos con antecedentes de MFI presentaron una mayor correlación entre dichas derivaciones en las bandas alfa1, alfa2 y beta1 (tabla7). Por otro lado, el grupo control presentó una mayor correlación entre F3-F4 en la banda gamma y entre

F7-F8 en las bandas beta1, beta2 y gamma, de igual manera entre C3-C4 en la banda gamma (tabla 7).

El grupo MFI presentó mayores correlaciones entre T3-T4 en las bandas delta, theta, beta1 y beta2, y entre T5-T6 en las bandas delta y beta2, así como entre P3-P4 en todas las bandas (tabla 7). No se obtuvieron diferencias por el factor emoción, ni una interacción entre los factores grupo y emoción.

**Tabla 7.** Medias ( $\pm$  E.E.) de la correlación interhemisférica de los grupos control y con maltrato físico infantil (MFI) en los ensayos Stop en las derivaciones y bandas donde hubo diferencias significativas entre los grupos. Los renglones subrayados señalan la mayor media de correlación en comparación con el otro grupo. Se muestran los valores de F (grados de libertad) y la significancia estadística.

Derivaciones	Bandas	Control MD (E.E)	MFI MD (E.E)	F (1,84)	P
F1-F2	Theta	1.19 (0.05)	1.31 (0.05)	21.31	<0.01
	Alfa 1	1.06 (0.05)	1.21 (0.06)	28.82	<0.01
	Alfa 2	0.99 (0.05)	1.13 (0.05)	31.82	<0.01
	Beta 1	0.78 (0.06)	0.88 (0.05)	15.76	<0.01
F3-F4	Gamma	0.75 (0.04)	0.68 (0.05)	10.63	<0.01
F7-F8	Beta 1	0.20 (0.03)	0.14 (0.04)	8.17	<0.01
	Beta 2	0.17 (0.04)	0.11 (0.04)	7.80	<0.01
	Gamma	0.45 (0.04)	0.32 (0.03)	61.05	<0.01
T3-T4	Delta	0.09 (0.07)	0.15 (0.06)	4.32	0.04
	Theta	-0.06 (0.06)	0.004 (0.05)	4.54	0.03
	Beta 1	-0.12 (0.04)	-0.06 (0.04)	6.70	0.01
	Beta 2	-0.06 (0.05)	0.01 (0.03)	9.44	<0.01
T5-T6	Delta	0.70 (0.07)	0.80 (0.09)	4.74	0.03
	Beta 2	0.43 (0.07)	0.54 (0.09)	4.73	0.03
C3-C4	Gamma	0.73 (0.04)	0.66 (0.02)	11.09	<0.01
P3-P4	Delta	0.97 (0.08)	1.07 (0.08)	5.25	0.02
	Theta	0.82 (0.08)	0.90 (0.06)	4.34	0.04
	Alfa 1	0.67 (0.08)	0.74 (0.07)	3.99	0.05
	Alfa 2	0.54 (0.07)	0.61 (0.07)	4.80	0.03
	Beta 1	0.57 (0.07)	0.67(0.07)	8.48	<0.01
	Beta 2	0.66 (0.08)	0.78 (0.08)	8.79	<0.01
	Gamma	0.86 (0.08)	0.96(0.07)	6.39	0.01

### 7.3.2 Correlación intrahemisférica (r-intra)

Con el objetivo de facilitar la lectura de los resultados obtenidos en las correlaciones intrahemisféricas a continuación se presentan dichos resultados de manera separada por derivaciones implicadas. En primera instancia se presentan las correlaciones intrahemisféricas obtenidas entre áreas frontales, posteriormente se muestran las correlaciones entre áreas frontales y temporales, por último se presentan las correlaciones entre áreas frontales, centrales y parietales.

Los sujetos que conforman el grupo control presentaron mayores correlaciones intrahemisféricas entre derivaciones frontales, esto se presentó entre las derivaciones F1-F3, F1-F7, F3-F7, F2-F8 y F4-F8. A continuación se muestran las bandas en las que dichas diferencias resultaron significativas (tabla 8).

**Tabla 8.** Medias ( $\pm$  E.E.) de la correlación intrahemisférica de los grupos control y con maltrato físico infantil (MFI) en los ensayos Stop entre derivaciones frontales y bandas donde hubo diferencias significativas entre los grupos. Los renglones subrayados señalan la mayor media de correlación en comparación con el otro grupo. Se muestran los valores de F (grados de libertad) y la significancia estadística.

Derivaciones	Bandas	Control MD (E.E)	MFI MD (E.E)	F (1,84)	P
F1-F3	Delta	<u>1.19 (0.16)</u>	1.05 (0.05)	5.46	0.02
	Theta	<u>1.26 (0.16)</u>	1.10 (0.05)	6.24	0.01
	Alfa 1	<u>1.21 (0.15)</u>	1.08 (0.05)	6.04	0.02
	Alfa 2	<u>1.16 (0.13)</u>	1.04 (0.05)	6.14	0.01
	Beta 1	0.98(0.13)	0.86 (0.05)	9.62	<0.01
	Beta 2	0.77 (0.12)	0.61 (0.06)	22.60	<0.01
	Gamma	0.73 (0.11)	0.55 (0.06)	32.96	<0.01
F1-F7	Delta	<u>1.02 (0.06)</u>	0.87 (0.08)	13.14	<0.01
	Theta	<u>1.02(0.06)</u>	0.88 (0.06)	14.43	<0.01
	Alfa 1	0.98 (0.05)	0.83 (0.06)	21.01	<0.01
	Alfa 2	0.95 (0.05)	0.82 (0.06)	14.84	<0.01
	Beta 1	0.88 (0.05)	0.72 (0.04)	30.47	<0.01
	Beta 2	0.74 (0.06)	0.57 (0.03)	51.91	<0.01
	Gamma	0.73 (0.06)	0.54 (0.03)	102.28	<0.01
F3-F7	Gamma	0.97 (0.08)	0.77 (0.16)	7.71	<0.01
F2-F8	Beta 2	0.60 (0.06)	0.53 (0.05)	5.87	0.01
	Gamma	0.61 (0.06)	0.51 (0.04)	12.78	<0.01
F4-F8	Delta	<u>1.16 (0.08)</u>	1.04 (0.06)	8.59	<0.01
	Theta	<u>1.22 (0.08)</u>	1.10 (0.06)	6.71	0.01
	Alfa 1	<u>1.23 (0.07)</u>	1.09 (0.07)	11.04	<0.01
	Alfa 2	<u>1.16 (0.08)</u>	1.00 (0.05)	13.21	<0.01
	Beta 1	<u>1.08 (0.08)</u>	0.86 (0.06)	24.15	<0.01

	Beta 2	0.97 (0.08)	0.72 (0.04)	46.87	<0.01
	Gamma	0.99 (0.08)	0.68 (0.05)	64.82	<0.01

En las correlaciones intrahemisféricas obtenidas entre derivaciones frontales y temporales, fueron los sujetos del grupo control los que mostraron mayores correlaciones entre F1-T3, F2-T4, F2-T6, F1-T5, F2-T6, F3-T3, F4-T4, F3-T5, F4-T6, F7-T3, F8-T4, F7-T5, F8-T6 y T4-T6, la tabla 9 muestra las bandas en las cuales fueron significativas dichas diferencias. Por otro lado el grupo MFI sólo presentó mayores correlaciones intrahemisféricas entre F1-T5 en las bandas Theta y Alfa 1, y entre F3-T5 en la banda Theta. No se obtuvieron diferencias por el factor emoción, tampoco hubo interacción entre los factores grupo y emoción.

**Tabla 9.** Medias ( $\pm$  E.E.) de la correlación intrahemisférica de los grupos control y con maltrato físico infantil (MFI) en los ensayos Stop en las derivaciones frontales, temporales, y bandas donde hubo diferencias significativas entre los grupos. Los renglones subrayados señalan la mayor media de correlación en comparación con el otro grupo. Se muestran los valores de F (grados de libertad) y la significancia estadística.

Derivaciones	Bandas	Control MD (E.E)	MFI MD (E.E)	F (1,84)	P
F1-T3	Beta 2	0.21 (0.05)	0.17 (0.03)	3.97	0.05
	Gamma	0.26 (0.05)	0.22 (0.02)	6.48	0.01
F1-T5	Theta	0.07 (0.05)	0.12 (0.04)	5.42	0.02
	Alfa 1	0.01 (0.04)	0.05 (0.03)	4.20	0.04
	Gamma	0.26 (0.03)	0.21 (0.03)	8.37	<0.01
F3-T3	Beta 2	0.36 (0.07)	0.29 (0.04)	5.94	0.01
	Gamma	0.42 (0.06)	0.35 (0.03)	7.73	<0.01
F3-T5	Theta	0.23 (0.04)	0.29 (0.05)	6.16	0.01
	Gamma	0.48 (0.03)	0.43 (0.03)	9.47	<0.01
F7-T3	Beta 2	0.50 (0.08)	0.42 (0.04)	7.63	<0.01
	Gamma	0.50 (0.06)	0.43 (0.03)	7.70	<0.01
F7-T5	Beta 1	0.14 (0.03)	0.11 (0.02)	6.86	0.01
	Beta 2	0.25 (0.03)	0.17 (0.02)	38.67	<0.01
	Gamma	0.39 (0.04)	0.29 (0.03)	26.87	<0.01
F2-T4	Theta	0.44 (0.03)	0.41 (0.03)	4.21	0.04
	Alfa 1	0.38 (0.03)	0.31 (0.04)	12.29	<0.01
	Beta 1	0.29 (0.03)	0.24 (0.03)	11.10	<0.01
	Beta 2	0.25 (0.03)	0.22 (0.03)	7.15	<0.01
	Gamma	0.33 (0.04)	0.25 (0.02)	18.68	<0.01
F2-T6	Delta	0.18 (0.04)	0.11 (0.04)	10.69	<0.01
	Theta	0.16 (0.04)	0.12 (0.03)	10.56	<0.01
	Alfa 1	0.09 (0.03)	0.01 (0.04)	18.17	<0.01
	Alfa 2	-0.04 (0.04)	-0.09 (0.03)	3.92	0.05
	Beta 1	0.09 (0.02)	0.04 (0.03)	18.50	<0.01
	Beta 2	0.15 (0.03)	0.10 (0.02)	9.19	<0.01

	Gamma	0.27 (0.03)	0.21 (0.02)	10.21	<0.01
F4-T4	Alfa 1	0.69 (0.05)	0.59 (0.05)	12.39	<0.01
	Alfa 2	0.55 (0.06)	0.49 (0.05)	4.20	0.04
	Beta 1	0.53 (0.06)	0.42 (0.05)	18.11	<0.01
	Beta 2	0.52 (0.06)	0.36 (0.05)	29.29	<0.01
	Gamma	0.63 (0.07)	0.39 (0.05)	45.91	<0.01
F4-T6	Delta	0.47 (0.07)	0.38 (0.04)	14.34	<0.01
	Theta	0.44 (0.07)	0.37 (0.04)	8.17	<0.01
	Alfa 1	0.32 (0.06)	0.21 (0.04)	22.46	<0.01
	Alfa 2	0.19 (0.055)	0.12 (0.04)	6.61	0.01
	Beta 1	0.29 (0.06)	0.21 (0.04)	14.07	<0.01
	Beta 2	0.39 (0.05)	0.30 (0.03)	17.53	<0.01
	Gamma	0.59 (0.05)	0.49 (0.02)	39.10	<0.01
F8-T4	Delta	1.00 (0.06)	0.89 (0.05)	31.57	<0.01
	Theta	1.00 (0.06)	0.90 (0.05)	19.65	<0.01
	Alfa 1	0.92 (0.05)	0.77 (0.03)	35.88	<0.01
	Alfa 2	0.77 (0.06)	0.68 (0.03)	11.31	<0.01
	Beta 1	0.76 (0.06)	0.59 (0.05)	25.85	<0.01
	Beta 2	0.74 (0.06)	0.50 (0.06)	37.88	<0.01
	Gamma	0.76 (0.07)	0.49 (0.05)	47.54	<0.01
F8-T6	Delta	0.31 (0.06)	0.20 (0.04)	28.63	<0.01
	Theta	0.36 (0.07)	0.26 (0.04)	20.16	<0.01
	Alfa 1	0.32 (0.06)	0.17 (0.03)	45.10	<0.01
	Alfa 2	0.23 (0.05)	0.13 (0.04)	19.56	<0.01
	Beta 1	0.31 (0.06)	0.17 (0.02)	43.69	<0.01
	Beta 2	0.42 (0.06)	0.23 (0.02)	63.29	<0.01
	Gamma	0.58 (0.06)	0.35 (0.03)	62.15	<0.01
T4-T6	Delta	0.74 (0.08)	0.65 (0.06)	7.69	<0.01
	Alfa 1	0.76 (0.07)	0.68 (0.04)	8.93	<0.01
	Alfa 2	0.74 (0.06)	0.67 (0.05)	6.29	0.01
	Beta 1	0.68 (0.06)	0.59 (0.05)	10.54	<0.01
	Beta 2	0.74 (0.05)	0.60 (0.06)	22.89	<0.01
	Gamma	0.76 (0.05)	0.60 (0.05)	32.60	<0.01

Los resultados obtenidos en las correlaciones intrahemisféricas entre derivaciones frontales, centrales y parietales muestran que los sujetos del grupo control también presentaron mayores correlaciones intrahemisféricas entre las derivaciones F1-C3, F2-C4, F1-P3, F2-P4, F3-C3, F4-C4, F3-P3, F4-P4, F7-C3, F8-C4, F7-P3, F8-P4 y C3-P3, la tabla 10 muestra las bandas en las cuales resultaron significativas dichas diferencias. No se obtuvieron diferencias por el factor emoción, ni interacciones entre los factores grupo y emoción.

**Tabla 10.** Medias ( $\pm$  E.E.) de la correlación intrahemisférica de los grupos control y con maltrato físico infantil (MFI) en los ensayos Stop en las derivaciones frontales, centrales, parietales y bandas donde hubo diferencias significativas entre los grupos. Los renglones subrayados señalan la mayor media de correlación en comparación con el otro grupo. Se muestran los valores de F (grados de libertad) y la significancia estadística.

Derivaciones	Bandas	Control MD (E.E)	MFI MD (E.E)	F (1,84)	P
F1-C3	Beta 1	0.48 (0.04)	0.44 (0.03)	9.66	<0.01
	Beta 2	0.39 (0.04)	0.32 (0.06)	29.93	<0.01
	Gamma	0.44 (0.04)	0.35 (0.03)	30.33	<0.01
F1-P3	Beta 2	0.17 (0.03)	0.14 (0.03)	6.15	0.01
	Gamma	0.30 (0.04)	0.24 (0.03)	10.31	<0.01
F3-C3	Delta	1.02 (0.04)	0.96 (0.06)	4.54	0.03
	Beta 1	0.91 (0.03)	0.84 (0.05)	12.71	<0.01
	Beta 2	0.88 (0.03)	0.79 (0.06)	13.61	<0.01
	Gamma	0.94 (0.04)	0.85 (0.05)	17.48	<0.01
F3-P3	Gamma	0.58 (0.04)	0.51 (0.04)	10.78	<0.01
F7-C3	Delta	0.58 (0.05)	0.48 (0.04)	16.06	<0.01
	Theta	0.64 (0.04)	0.58 (0.04)	9.88	<0.01
	Alfa 2	0.58 (0.04)	0.51 (0.04)	11.24	<0.01
	Beta 1	0.63 (0.03)	0.51 (0.03)	66.32	<0.01
	Beta 2	0.58 (0.04)	0.40 (0.04)	140.42	<0.01
	Gamma	0.62 (0.06)	0.42 (0.05)	83.83	<0.01
F7-P3	Delta	0.21 (0.05)	0.12 (0.04)	15.32	<0.01
	Theta	0.25 (0.04)	0.20 (0.04)	10.31	<0.01
	Alfa 2	0.15 (0.04)	0.11 (0.04)	4.99	0.03
	Beta 1	0.24 (0.03)	0.16 (0.03)	40.74	<0.01
	Beta 2	0.29 (0.03)	0.19 (0.02)	49.83	<0.01
	Gamma	0.44 (0.05)	0.30 (0.04)	40.99	<0.01
C3-P3	Gamma	1.07 (0.06)	0.95 (0.05)	13.05	<0.01
F2-C4	Delta	0.55 (0.04)	0.47 (0.05)	12.81	<0.01
	Theta	0.58 (0.04)	0.52 (0.03)	11.04	<0.01
	Alfa 1	0.52 (0.04)	0.45 (0.03)	15.90	<0.01
	Alfa 2	0.36 (0.06)	0.29 (0.04)	12.48	<0.01
	Beta 1	0.43 (0.04)	0.37 (0.03)	13.85	<0.01
F2-P4	Delta	0.23 (0.04)	0.17 (0.04)	8.22	<0.01
	Alfa 1	0.17 (0.04)	0.09 (0.04)	14.68	<0.01
	Beta 1	0.16 (0.03)	0.12 (0.03)	12.23	<0.01
	Beta 2	0.18 (0.03)	0.14 (0.02)	6.43	0.01
	Gamma	0.29 (0.04)	0.23 (0.03)	5.90	0.02
F4-C4	Delta	1.31 (0.14)	1.07 (0.03)	21.90	<0.01
	Theta	1.33 (0.14)	1.11 (0.04)	17.64	<0.01
	Alfa 1	1.18 (0.12)	0.94 (0.03)	25.39	<0.01
	Alfa 2	1.01 (0.13)	0.79 (0.05)	19.51	<0.01
	Beta 1	1.10 (0.10)	0.87 (0.03)	37.11	<0.01
	Beta 2	1.03 (0.09)	0.86 (0.03)	21.97	<0.01
	Gamma	1.12 (0.06)	0.97 (0.04)	31.07	<0.01
F4-P4	Delta	0.55 (0.06)	0.47 (0.03)	10.89	<0.01
	Theta	0.56 (0.07)	0.51 (0.02)	4.94	0.02
	Alfa 1	0.43 (0.06)	0.33 (0.04)	19.49	<0.01
	Alfa 2	0.29 (0.06)	0.22 (0.04)	5.89	0.01
	Beta 1	0.40 (0.06)	0.33 (0.03)	11.04	<0.01
Beta 2	0.46 (0.05)	0.39 (0.03)	13.47	<0.01	



	Gamma	0.66 (0.05)	0.58 (0.03)	12.85	<0.01
F8-C4	Delta	0.80 (0.08)	0.63 (0.04)	18.32	<0.01
	Theta	0.88 (0.09)	0.74 (0.05)	11.35	<0.01
	Alfa 1	0.87 (0.08)	0.69 (0.04)	22.54	<0.01
	Alfa 2	0.73 (0.08)	0.60 (0.04)	13.42	<0.01
	Beta 1	0.79 (0.07)	0.57 (0.03)	41.09	<0.01
	Beta 2	0.70 (0.06)	0.48 (0.03)	50.98	<0.01
	Gamma	0.78 (0.06)	0.50 (0.05)	76.94	<0.01
F8-P4	Delta	0.34 (0.05)	0.22 (0.03)	29.15	<0.01
	Theta	0.41 (0.07)	0.31 (0.03)	16.09	<0.01
	Alfa 1	0.37 (0.06)	0.22 (0.03)	53.75	<0.01
	Alfa 2	0.27 (0.06)	0.17 (0.04)	16.19	<0.01
	Beta 1	0.36 (0.06)	0.21 (0.02)	42.41	<0.01
	Beta 2	0.42 (0.05)	0.24 (0.03)	57.53	<0.01
	Gamma	0.58 (0.06)	0.36 (0.04)	53.48	<0.01

## 8. DISCUSIÓN

Contrario a lo esperado, los resultados arrojados en la presente investigación sugieren que los estímulos emocionales no influyen de manera significativa en la correlación eléctrica cerebral inter e intrahemisférica registrada durante una tarea de inhibición motriz en los sujetos con antecedentes de maltrato físico severo. Sin embargo, se observaron amplias diferencias en la actividad eléctrica cerebral entre el grupo control y MFI, aunque el grupo MFI presentó menores correlaciones interhemisféricas frontales y menores correlaciones intrahemisféricas entre áreas frontales y posteriores que el grupo control, dichas diferencias no se limitan sólo a los ensayos con estímulos emocionales de enojo como se había hipotetizado, sino que se extienden a los ensayos con estímulos de alegría, miedo e incluso neutros.

En el desempeño de la tarea existe una tendencia a la interacción grupo por emoción en el número de errores en ensayos *Stop*, además de que el grupo MFI mostró una mayor cantidad de errores en ensayos *Stop* ante estímulos de enojo que de alegría, evento que no sucedió en el grupo control. En los ensayos *Go* ambos grupos presentaron mayores dificultades para contestar de manera correcta ante estímulos de miedo.

### 8.1 Desempeño conductual

Como se mencionó anteriormente el desempeño conductual en los ensayos *Stop* no se vio afectado por los estímulos emocionales de enojo en el grupo MFI como se esperaba. Es importante mencionar que en la tarea empleada en el presente estudio, un desempeño eficiente está caracterizado por un menor número de errores en ensayos *Stop*, menores tiempos de reacción y menor número de errores en ensayos *Go*.

En primera instancia, los estímulos de enojo no tuvieron el efecto esperado en los ensayos *Stop* en el grupo MFI, ya que no se encontraron diferencias significativas en este tipo de ensayos entre el grupo MFI y el control, aunque sí se encontraron



diferencias en el grupo MFI en el sentido de que presentaron mayor cantidad de errores en ensayos *Stop* de enojo con respecto a ensayos *Stop* de alegría, situación que no sucedió en el grupo control. Hasta donde sabemos, no hay estudios que hayan evaluado el rendimiento de niños con MFI en una tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales, por lo que la hipótesis de que el grupo MFI presentaría una mayor cantidad de errores en ensayos *Stop* con estímulos de enojo que el grupo control surgió, en primer momento, de estudios que han reportado un desempeño menos eficiente en sujetos con maltrato en tareas de inhibición motriz con respecto a sus pares sin maltrato. A este respecto, Mezzacappa, Kindlon y Earls (2001) reportaron un bajo rendimiento de niños maltratados e institucionalizados en una tarea *Stop-Signal* con respecto a sujetos sanos no institucionalizados. Otros estudios que han reportado resultados similares son los de Navalta, Polcari, Webster, Boghossian y Teicher (2006) y Mueller et al. (2010). El primer estudio reportó en mujeres de 18 a 22 años con abuso sexual en la infancia una mayor variabilidad en sus tiempos de reacción en comparación con sus pares sin antecedentes de abuso sexual. El segundo estudio evaluó niños con edades promedio de 13 años con antecedentes de maltrato y encontró mayores tiempos de reacción en ensayos que demandan la inhibición de una respuesta preponderante y la elección de una respuesta alternativa en el grupo maltratado con respecto a sus pares sin maltrato.

La ausencia de las diferencias esperadas entre la cantidad de errores en ensayos *Stop* de los grupos control y MFI pudiera explicarse a partir de diversos puntos, uno de ellos puede relacionarse con el hecho de que los estudios previamente mencionados que han abordado el tema del maltrato y procesos de inhibición (Mezzacappa, Kindlon & Earls, 2001; Navalta et al., 2006; Mueller et al., 2010) han utilizado muestras de sujetos maltratados que comprenden negligencia, abuso sexual y maltrato físico. A diferencia

de dichos estudios, el presente, pretendió evaluar el efecto específico del maltrato físico severo en los procesos de inhibición motriz, si bien resulta complicado aislar esta variable de otras que suelen acompañar este fenómeno como el maltrato psicológico y la negligencia. Consideramos que es posible estudiar de manera separada el maltrato físico y el abuso sexual ya que estos dos fenómenos no siempre se presentan de manera conjunta, además se ha sugerido que los diferentes tipos de maltrato suelen presentar cuadros clínicos diferentes, por lo tanto es posible que tengan repercusiones diferentes a nivel conductual y neurobiológico (Hart & Rubia, 2012).

Otro punto a tomar en cuenta es que dos de los estudios previamente mencionados también difieren con el presente en que en uno la muestra se conforma de mujeres en su totalidad de 18 a 22 años (Navalta et al., 2006), mientras que en el segundo caso los grupos se conforman tanto de hombres como de mujeres (Mueller et al., 2010). Dichos detalles pudieron haber marcado diferencias en los resultados obtenidos con respecto al presente estudio ya que se sabe que existen diferencias de género en la estructura y función del cerebro, tanto en su desarrollo normal como en padecimientos psiquiátricos, por lo cual es probable que las consecuencias del maltrato en la infancia puedan manifestarse de manera diferente en ambos géneros (Hart & Rubia, 2012).

Un factor importante que pudo haber repercutido sobre los resultados obtenidos es la sensibilidad de la tarea, a menudo las tareas tipo *Stop-Signal* utilizan tiempos variables entre la aparición del estímulo *Go* y el estímulo *Stop*, lo que las hace más demandantes para el sujeto. En el presente estudio se utilizó una tarea de tiempo fijo, el cual se determinó a partir una serie de pilotajes con personas de edades similares a las de la muestra (Anexo 2). Al respecto, resulta pertinente señalar que la tarea cumplió con las características necesarias para el estudio, ya que fue lo suficientemente sencilla para



que los niños más pequeños de la muestra pudieran completarla y lo suficientemente compleja para que ningún sujeto, incluyendo los más grandes, pudiera tener calificaciones perfectas. Sin embargo, el empleo de tiempos variables posibilita el cálculo de la variable *Stop-Signal Reaction Time (SSRT)* que junto con los errores *Stop* parecen ser los indicadores más fiables de los procesos de inhibición motriz.

Otra de las razones que pudiera explicar las diferencias en los resultados obtenidos en el presente estudio, en comparación con estudios antecesores, puede residir en el hecho de que los sujetos hayan estado institucionalizados o no. Por ejemplo, el estudio realizado por Mezzacappa, Kindlon y Earls (2001), comprendía tres grupos de los cuales dos se conformaron con sujetos institucionalizados (uno con maltrato y el otro sin él). En el estudio realizado por Navalta y colaboradores (2006) los sujetos de ambos grupos no fueron institucionalizados, en el caso del estudio de Mueller y colaboradores (2010), los sujetos del grupo de maltrato vivían con sus padres adoptivos, mientras que los del grupo control con sus respectivos padres biológicos. El presente estudio contemplaba en un principio que ambos grupos pertenecieran a la misma institución con el afán de que los sujetos fueran lo más parecido posibles (con excepción del maltrato físico severo). Sin embargo, no fue posible formar el grupo control en su totalidad por sujetos de la misma institución, por lo que el grupo control, a diferencia de los estudios previamente mencionados, quedó formado por ocho sujetos institucionalizados y cinco sujetos externos. Consideramos que este hecho pudo haber repercutido de manera importante en los datos conductuales obtenidos por diferentes razones, una de ellas se refiere a que algunos sujetos que forman parte del grupo control en el presente estudio muestran una sintomatología similar a la que presentan sujetos del grupo MFI.



La implicación que esto pudiera tener en los resultados obtenidos puede ser sumamente importante, si se observa que los sujetos del grupo control institucionalizados no sólo presentan un CI y edad similar al de sus pares en el grupo MFI, sino que algunos también muestran negligencia y maltrato psicológico y síntomas psicopatológicos similares de TEPT, ansiedad y depresión que en el grupo MFI. Lo interesante de este punto, es que los sujetos del grupo control que presentan puntuaciones clínicamente significativas en estos rubros son sujetos institucionalizados, mientras que ningún sujeto externo presentó resultados similares. Respecto a esto último, se ha sugerido que los niños institucionalizados con edades de entre 6 y 18 años suelen presentar trastornos psiquiátricos aproximadamente en un 42-61% (Garland, Hough, McCabe, Yeh, Wood & Aarons, 2001), de igual manera se ha reportado que los niños con antecedentes de institucionalización a menudo muestran problemas de hiperactividad, dificultades en la regulación emocional y niveles altos de ansiedad (Ellis, Fisher & Zaharie, 2004). Slopen, McLaughlin, Fox, Zeanah y Nelson (2012) mencionan que la prevalencia de problemas psiquiátricos en niños institucionalizados es elevada, así mismo sugiere que esto puede deberse en parte, a alteraciones en aspectos específicos del neurodesarrollo.

En esa misma dirección, diversos estudios han reportado la existencia de alteraciones en la producción de glucocorticoides (por disregulación del eje HPA) tanto en sujetos institucionalizados (Fisher, Gunnar, Chamberlain & Reid, 2000; Dozier et al., 2006) como en sujetos que han sido víctimas de maltrato en la infancia (Carrion et al., 2002; Cicchetti, Rogosch, Gunnar & Toth, 2010). Tomando en cuenta lo anterior y considerando que existen áreas cerebrales especialmente vulnerables a alteraciones en el eje HPA como lo pueden ser áreas corticales prefrontales, las cuales juegan un papel fundamental en el control inhibitorio motor (Band & Van Boxtel, 1999; Nigg, 2000;



Chevrier, Noseworthy & Schachar, 2007; Aron, 2011), existe la posibilidad de que los sujetos institucionalizados que forman parte del grupo control y presentan puntuaciones clínicamente significativas en depresión, TEPT y ansiedad hayan tenido un desempeño similar en la tarea de control inhibitorio, ya que como se mencionó anteriormente estos sujetos podrían tener secuelas similares a las del grupo MFI. Es importante mencionar que aunque dichos sujetos no presentan antecedentes de maltrato físico severo, sí presentan antecedentes de otros tipos de maltrato como maltrato psicológico o negligencia e incluso ambas. Se ha sugerido que la negligencia también puede causar ansiedad y activaciones de los sistemas de estrés anormales que contribuyen a un desarrollo cerebral adverso (De Bellis, 2005), ya que puede ser un generador de estrés en la infancia dependiendo de su gravedad. Por lo tanto es posible que, como se mencionó previamente, los procesos de inhibición también se vean afectados en algunos sujetos aunque no hayan padecido maltrato físico severo.

Mezzacappa, Kindlon y Earls (2001) reportaron diferencias entre grupos de sujetos institucionalizados y un grupo de sujetos no institucionalizados en el desempeño en una tarea de inhibición motriz (*Stop-Signal*), aunque, no encontraron diferencias entre el grupo institucionalizado con maltrato y el grupo institucionalizado sin maltrato. Por lo tanto, tomando en cuenta dichos antecedentes y que en el presente estudio se obtuvieron diferencias significativas entre el número de errores en ensayos *Stop* con estímulos de enojo con respecto a los ensayos *Stop* con estímulos de alegría en el grupo MFI y que existe una tendencia en la interacción grupo por emoción en los errores *Stop*, es probable las diferencias esperadas en los errores *Stop* entre el grupo control y MFI hayan sido atenuadas por la presencia de sujetos en el grupo control que se asemejan a sujetos del grupo MFI en síntomas clínicos sumamente relevantes para el desempeño de un sujeto en una tarea de inhibición motriz, de manera que diversos factores o



situaciones asociadas a un estrés temprano pueden tener consecuencias en los procesos de inhibición motriz y no exclusivamente el maltrato físico severo.

Una vez analizados los distintos factores que pudieran explicar la ausencia de los resultados esperados, resulta pertinente señalar que a pesar de no existir diferencias entre grupos, los sujetos del grupo MFI si tuvieron un desempeño deficiente en los ensayos *Stop* con estímulos de enojo en comparación con los estímulos de alegría. Una de las hipótesis del presente trabajo gira en torno a este tipo de estímulos de manera específica, ya que la literatura ha reportado de manera consistente que los estímulos emocionales suelen influir en la calidad del rendimiento de un sujeto en una tarea cognitiva, incluso se ha reportado que un estímulo emocionalmente relevante puede entorpecer el desempeño de un sujeto en una tarea de inhibición motriz (Pessoa et al., 2012). Tomando en cuenta lo anterior, el hecho de que los varones del grupo MFI hayan presentado una mayor cantidad de errores en ensayos *Stop* con estímulos emocionales de enojo, sugiere que dicho tipo de estímulos pueden llegar a ser tan relevantes para ellos que demandan una gran cantidad de recursos atencionales y por lo tanto la señal de *Stop* pasa desapercibida. Al respecto, Pollak y Kistler (2002) mencionan que una de las razones por las que la expresión facial de enojo puede resultar un estímulo sumamente relevante para estos niños, radica en que este tipo de estímulos tienden a asociarse con conductas agresivas, las cuales suelen tornarse amenazantes para ellos.

Por otro lado, los resultados obtenidos también sugieren que los sujetos víctimas de maltrato físico severo en la infancia reconocen con mayor rapidez los estímulos emocionales de enojo y por lo tanto responden de manera precipitada en ensayos donde no deben responder, lo cual merma su desempeño de manera particular ante este tipo de estímulos en la tarea. Diversos estudios han reportado que sujetos con antecedentes de maltrato físico severo en la infancia suelen desarrollar una alta sensibilidad a

expresiones específicas de enojo con respecto a sujetos sin este tipo de antecedentes (Pollak, 2003).

En relación a los párrafos anteriores, se ha sugerido que la gran relevancia que los estímulos de enojo tienen para estos chicos y la alta sensibilidad que desarrollan para reconocer estímulos de esta índole pueden tener un carácter adaptativo en un entorno hostil, ya que les permite detectar de manera eficiente señales de ira en su entorno, favoreciendo así su supervivencia (Pollak & Kistler, 2002).

En los ensayos *Go* se observó que ambos grupos cometieron una mayor cantidad de errores ante estímulos de miedo, lo cual involucraba un proceso de reconocimiento del género facial. Al parecer, los rostros de miedo dificultan la capacidad de los sujetos para distinguir entre la cara de un hombre y una mujer, probablemente debido a que son estímulos perceptualmente más complejos que las demás emociones, puesto que involucra la actividad de más músculos y por tanto, se tienen que percibir más detalles para reconocerlas (Sanz-Martin, 2000). A este respecto, existen otros estudios que han observado que los sujetos cometían muchos errores al identificar el miedo y pocos al distinguir la alegría (Kirouac & Doré, 1983). Consideramos que nuestros resultados sugieren que los diferentes tipos de estímulos pueden tener un impacto diferente en la ejecución de los ensayos *Go*.

## **8.2 Electroencefalograma**

Los sujetos del grupo MFI presentaron correlaciones diferentes a los sujetos del grupo control, aunque, contrario a lo esperado, las diferencias en las correlaciones tanto intra como interhemisféricas entre ambos grupos no fueron exclusivas de los ensayos *Stop* con estímulos de enojo, sino que éstas se extendieron al resto de estímulos emocionales e incluso a los neutros; es decir, no se encontraron diferencias por emoción. Lo anterior, puede reflejar grandes diferencias de origen en la conectividad



cerebral entre ambos grupos, si así fuera, es probable que incluso existan diferencias en las correlaciones entre los grupos en la línea base y durante los ensayos *Go*.

Hasta la fecha, la gran mayoría de estudios que han analizado la actividad eléctrica cerebral durante el desempeño de una tarea de inhibición motriz se basan en la técnica de potenciales relacionados con eventos y hasta donde se sabe, no se han publicado estudios que hayan analizado la correlación eléctrica cerebral de niños con maltrato en este tipo de tareas y menos que involucren estímulos emocionales. Debido a lo anterior, la hipótesis de que los sujetos del grupo MFI presentarían diferencias en la correlación eléctrica cerebral ante ensayos *Stop* de enojo en comparación con sus controles surge de varios antecedentes que si bien, no son directos, sí aportan elementos que podrían sustentar dicha hipótesis. Para empezar, algunos estudios han sugerido diferencias en la actividad eléctrica cerebral entre sujetos con y sin antecedentes de maltrato. Por ejemplo, se ha reportado una mayor coherencia en la banda alfa en el hemisferio izquierdo en niños maltratados en áreas centrales, temporales y parietales con respecto a niños sin antecedentes de maltrato (Ito et al., 1998). Asimismo, se ha reportado una mayor actividad relativa en el frontal derecho en sujetos con antecedentes de maltrato en comparación con sus pares sin dicho antecedente (Miskovic et al., 2009). Además, estudios que han abordado el reconocimiento emocional en niños con antecedentes de maltrato físico severo han encontrado diferencias en la actividad eléctrica cerebral en niños maltratados asociadas con un mejor reconocimiento de estímulos de enojo en comparación con sus pares sin maltrato. Al respecto se ha reportado una mayor amplitud del componente P3b ante estímulos faciales de enojo en niños con maltrato en comparación con niños sanos (Pollak et al., 2001), lo que podría sugerir que la relevancia de estos estímulos para los niños con antecedentes de maltrato llega a expresarse incluso en ciertos patrones eléctricos en el cerebro.



Por lo anterior, se consideró factible que las diferencias en los patrones de correlación eléctrica cerebral entre los grupos fueran a ser especialmente visibles ante ensayos con estímulos de enojo. Además, se hipotetizó que ciertas diferencias serían evidentes en las áreas frontales y posteriores debido a que se ha sugerido que la corteza prefrontal es fundamental para la detención de una acción en marcha (Band & Van Boxtel, 1999), así como el reclutamiento de áreas posteriores (Shibata et al., 1998).

Como ya fue mencionado, aunque los patrones de correlación EEG durante los ensayos *Stop* son muy distintos entre los niños con MFI y los control, no hubo diferencias entre ellos de acuerdo a la emoción, lo que pudiera explicarse por diferencias alteraciones anátomo-funcionales de fondo. En las víctimas de maltrato infantil se han reportado alteraciones caracterizadas por menores volúmenes en la corteza prefrontal dorsolateral y orbitofrontal (Hanson, Chung, Avants, Shirtcliff, Davidson & Pollak, 2010). A este respecto se ha sugerido que la primera juega un papel fundamental en los procesos de inhibición motriz en las tareas *Stop-Signal* (Chevrier, Noseworthy & Schachar, 2007), mientras que la segunda se ha relacionado con procesos inhibitorios ante contextos emocionales (Mostofsky, 2003). De igual manera, se ha reportado una hiperactivación de la amígdala ante ciertos tipos de estímulos (Dannowski et al., 2012), así como reducciones en el volumen del cuerpo caloso de sujetos con antecedentes de maltrato (Teicher et al., 2004). Además, se han reportado reducciones en la materia gris de áreas prefrontales (Tomoda et al., 2009; De Brito et al., 2013) y en la materia blanca en el fascículo uncinado, el cual conecta la corteza orbitofrontal con el lóbulo temporal incluyendo la amígdala (Eluvathingal et al., 2006), en el haz del cíngulo el cual conecta áreas límbicas con la neocorteza y en el fórnix que conecta entre sí el sistema septo-hipocámpico. Se ha sugerido que dichas alteraciones



están implicadas en algunos de los déficits emocionales reportados en sujetos con antecedentes de maltrato (Choi et al., 2009).

Lo anterior refleja que independientemente de los procesos evaluados, existen diferencias anátomo-funcionales cerebrales entre sujetos que han padecido maltrato y sus pares sanos. Dichas diferencias pueden expresarse en diferencias en el procesamiento cerebral, ya que varias de las alteraciones mencionadas no sólo afectan áreas específicas sino también vías o conexiones entre áreas que pueden integrarse funcionalmente para sustentar algunos procesos complejos. Dichas diferencias probablemente se expresen independientemente de la condición o tarea a la que se exponga a los sujetos. Como se mencionó anteriormente, se han reportado diferencias en la actividad EEG en reposo entre sujetos con y sin antecedentes de maltrato (Ito et al., 1998; Miskovic et al., 2009), lo cual sugiere que las alteraciones anátomo-funcionales previamente mencionadas pueden expresarse incluso en la actividad eléctrica basal del cerebro. Es importante señalar estos antecedentes, ya que en el presente estudio las diferencias en las correlaciones pertinentes a todos los tipos de estímulos podrían reflejar diferencias en el acoplamiento de ciertas áreas para la realización de una tarea de inhibición motriz, es decir, los sujetos utilizan recursos cerebrales diferentes para realizar la tarea independientemente del tipo de estímulo emocional presentado, dichas diferencias podrían tener de origen las alteraciones cerebrales reportadas en áreas y conexiones relevantes a la tarea.

Dicho lo anterior, y contrastando los resultados EEG obtenidos en el presente estudio con los reportados en estudios antecesores de EEG e inhibición en adultos sanos, puede sugerirse que los sujetos del grupo MFI presentan menores correlaciones tanto interhemisféricas como intrahemisféricas entre derivaciones y en bandas que han sido asociadas a procesos inhibitorios, dicho de otro modo, los sujetos del grupo MFI



presentan patrones de correlación contrarios a los esperados en un desempeño exitoso en una tarea de inhibición motriz.

Independientemente de la emoción, se encontraron diferencias importantes entre ambos grupos en los patrones de correlación EEG inter e intrahemisférica. Algunas de estas diferencias podrían estar relacionadas con los procesos de inhibición ya que se presentan entre áreas las cuales se ha reportado tienen relación con estos procesos.

En cuanto a la correlación interhemisférica, los sujetos del grupo MFI presentaron en general, una menor correlación entre áreas frontales que el grupo control a excepción de entre F1-F2 en las bandas alfa1, alfa2 y beta1. Particularmente, el grupo MFI obtuvo una menor correlación entre F3-F4 que el grupo control en la banda gamma y menor correlación entre F7-F8 en las bandas beta1, beta2 y gamma. La disminución en estos patrones de correlación en el grupo de MFI es contraria a lo que se ha reportado en estudios de inhibición motriz en adultos sanos, ya que se ha reportado un aumento bilateral en la actividad de beta2 en áreas frontales en ensayos que requieren la inhibición de un movimiento puesto en marcha previamente (Lavallee et al., 2014). En sujetos adultos sanos también se ha reportado un incremento en la sincronización interhemisférica entre áreas frontales dorsolaterales (F3-F4) en la banda alfa ante ensayos que requieren la inhibición de un movimiento (Shibata et al., 1998).

La disminución de la correlación interhemisférica en el grupo con MFI también se observó entre áreas centrales (C3-C4) en la banda gamma, lo cual nuevamente, podría relacionarse con la dificultad para inhibir movimientos. En la literatura se ha sugerido que la actividad en áreas centrales es fundamental para la inhibición de un movimiento y que en ensayos *No-Go* exitosos hay incremento en la banda gamma en dichas áreas (Shibata et al., 1999).



Por otro lado, el grupo MFI presentó mayores correlaciones interhemisféricas que sus pares sin maltrato entre las derivaciones temporales y parietales, sincronizaciones interhemisféricas que no se han asociado en estudios previos con procesos de inhibición (Shibataa et al., 1998). Es factible que este incremento en la correlación inter temporal e inter parietal represente un mecanismo por el cual dichos sujetos compensan sus deficiencias en la capacidad de inhibición y/o mayor esfuerzo cognitivo. Una evidencia que podría apoyar esta idea se encuentra en los pacientes con deterioro cognitivo leve quienes a pesar de mostrar diferencias con respecto a sus controles en la ejecución de una tarea de memoria de trabajo, muestran mayores coherencias interhemisféricas que sus controles en las bandas delta, theta, alfa1, alfa2, beta1 y beta2 entre F3-F4, C3-C4, P3-P4 y T5-T6 (Jiang, 2005); los autores de esta investigación sugieren que dichas diferencias podrían reflejar un mayor esfuerzo realizado por el grupo de deterioro cognitivo leve al realizar la tarea. Tomando en cuenta este antecedente, así como la tendencia del grupo con MFI a tener más errores en los ensayos de *Stop* de enojo, consideramos que las mayores correlaciones interhemisféricas registradas por dicho grupo entre derivaciones que no se han reportado relevantes a procesos inhibitorios reflejen un esfuerzo por realizar la tarea y a nivel cerebral se refleje en un intento de compensar la conectividad entre áreas necesaria para realizar la tarea de manera adecuada.

Además de los resultados anteriores, hubo diferencias entre ambos grupos en las correlaciones intrahemisféricas que pudieran relacionarse con procesos de inhibición motriz. Nuevamente, los patrones de correlación EEG del grupo MFI son contrarios a lo que se ha reportado que ocurre en adultos normales durante tareas de inhibición motriz. Así, el grupo MFI presentó menores correlaciones que el grupo control entre las derivaciones F3-C3 en las bandas delta, beta1, beta2 y gamma, así como entre F3-P3 en



la banda gamma. En el hemisferio derecho el grupo MFI presentó menores correlaciones que sus controles entre F4-C4 y entre F4-P4 en todas las bandas. Además, el grupo MFI también presentó menores correlaciones intrahemisféricas entre áreas frontopolares y frontales (F1, F3, F7 y F2, F4, F8), así como entre derivaciones frontales y temporales.

Se ha sugerido que la sincronización entre áreas frontales, centrales y parietales pudiera estar relacionada con procesos de inhibición motriz. Algunos estudios de coherencia realizados en adultos normales han reportado sincronizaciones entre F3-C3, F3-P3, F4-C4 y F4-P4 en la banda theta (Shibata et al., 1998), además Shibata y colaboradores (1998) han señalado la posibilidad de que la sincronización entre dichas áreas en la banda gamma se relacione con la inhibición motriz.

Las menores correlaciones intrahemisféricas encontradas en los sujetos del grupo MFI en el hemisferio derecho podrían ser sumamente relevantes a los procesos de inhibición ya que se ha sugerido que en las tareas *Stop-Signal* existe una predominancia en la actividad del hemisferio derecho, específicamente en áreas frontales, centrales y parietales (Rubia et al., 2001a). Por otro lado, las diferencias obtenidas entre grupos en las derivaciones F3-C3 en la banda delta y F4-C4 en la bandas delta y theta, pueden tener un sentido similar a recientes hallazgos, ya que se ha reportado un aumento en la potencia de la banda delta y theta en derivaciones frontocentrales ante ensayos *Stop* en una tarea *Stop-Signal* (Lavalley et al., 2014).

Las menores correlaciones encontradas en los sujetos del grupo MFI pueden sugerir alteraciones en ciertas conexiones entre áreas cerebrales. Es importante recordar que el grado de correlación puede indicar un acoplamiento funcional entre dos o más áreas cerebrales (Guevara & Hernández, 2006) relevantes a un proceso cognitivo, por lo cual, en este caso, los resultados obtenidos pueden sugerir una desconexión funcional en



el grupo MFI entre áreas que se han reportado pertinentes a procesos inhibitorios en el grupo. Como ya se mencionó, en la literatura ya se ha relacionado el maltrato con alteraciones en tractos como el fascículo uncinado, el haz del cíngulo y el fórnix (Eluvathingal et al., 2006; Choi et al., 2009), los cuales conectan áreas involucradas en el procesamiento emocional con áreas prefrontales. Es posible que los patrones de correlación EEG obtenidos en el presente estudio en el grupo MFI reflejen una falta de acoplamiento entre estas áreas y por lo tanto no sólo afecten los procesos inhibitorios sino también otros procesos que requieren la función coordinada entre dichas áreas cerebrales.

Para concluir, es importante señalar que a diferencia de los resultados conductuales obtenidos en el presente estudio, el EEG mostró claras y amplias diferencias en los patrones de correlación entre ambos grupos relevantes a la inhibición motriz. Se ha sugerido que los procesos de inhibición son sustentados por conexiones que van de las áreas premotoras y el giro frontal inferior a distintos puntos de la CPF como la corteza prefrontal lateral y medial, así como al lóbulo parietal medial (Swann et al., 2012). Estos antecedentes resultan sumamente relevantes, ya que los sujetos del grupo MFI presentaron menores correlaciones intrahemisféricas entre áreas frontales y parietales, conexiones relacionadas con procesos inhibitorios. Tomando en cuenta lo anterior y agregando que también existe una clara tendencia a que dichos sujetos presentan una mayor cantidad de errores ante ensayos *Stop* con estímulos de enojo que de alegría, se podría sugerir que los sujetos del grupo MFI presentan problemas de inhibición y que estos déficits pudieran acentuarse antes estímulos de enojo. Sin embargo, es posible que las diferencias esperadas entre grupos en el rendimiento conductual hayan sido atenuadas por el desempeño conductual de sujetos en el grupo control que presentan sintomatología similar a sujetos del grupo MFI, así como otros

factores que pueden ser generadores de estrés y tener efectos similares en los procesos de inhibición.

Finalmente, nuestros resultados indican que el EEG, particularmente el análisis de correlación, parece ser una herramienta sumamente sensible para estudiar los efectos del MFI sobre la conectividad cerebral que subyace a ciertos procesos cognitivos de alto orden. Lo anterior es muy importante, puesto que recientemente se ha sugerido que las alteraciones en los patrones de conexión entre distintas estructuras es un fenómeno común en distintos trastornos psicopatológicos y conductuales como la esquizofrenia, depresión, trastorno de estrés postraumático y trastorno por déficit de atención (Fields, 2008). Estas anormalidades en la conexión se han asociado también con alteraciones en las funciones cognitivas y el aprendizaje (Fields, 2008) y son comunes en las víctimas de maltrato infantil (Eluvathingal et al., 2006; Choi et al., 2009). Por ende, creemos que el EEG es una herramienta no invasiva y relativamente económica muy útil para abordar las secuelas cerebrales del maltrato.

Por último, es importante resaltar ciertas características del presente proyecto de investigación que procuraron una aproximación a los efectos específicos que puede tener el maltrato físico severo sobre los procesos de inhibición. Una de ellas es que a diferencia de algunos estudios antecesores, en el presente, el grupo de maltrato no comprendió ningún sujeto que tuviera abuso sexual, además cada sujeto del grupo MFI fue comparado con otro sujeto con similitudes en la edad, CI, grado escolar y nivel socioeconómico. Asimismo, se controló que los participantes de ambos grupos tuvieran un CI igual o superior a 80 y que su lateralidad fuera derecha.

Por otro lado, existieron algunas dificultades que pudieron haber limitado una evaluación más precisa de los efectos del maltrato físico severo sobre los procesos de inhibición. La primera es el tamaño de la muestra, dados los criterios de inclusión y



exclusión, resultó complicado conformar una muestra más grande ya que algunas características que excluían a los sujetos de participar en el estudio son muy comunes en los sujetos con maltrato. Otra limitación es que no fue posible conformar el grupo control en su totalidad con sujetos del mismo albergue y entre los niños albergados institucionalizados, hubo algunos con sintomatología similar a los sujetos del grupo MFI.

A partir del presente estudio han surgido ciertas interrogantes para abordar en futuros trabajos, una de ellas es como son los patrones de correlación intrahemisférica e interhemisférica entre áreas frontales y áreas posteriores en menores con MFI en reposo. Otra interrogante que surge es cómo son los patrones de correlación intrahemisférica e interhemisférica entre áreas frontales y áreas posteriores en menores con MFI en ensayos *Go* con estímulos emocionales y si existe diferencia entre dichos patrones con los patrones obtenidos en los ensayos *Stop*.

## 9. CONCLUSIONES

Aunque a nivel conductual no se encontraron diferencias significativas entre los grupos, se observó que los sujetos del grupo MFI presentaron, en los ensayos *Stop*, más errores ante los rostros de enojo que ante los de alegría, lo que sugiere que para estos sujetos resulta más difícil inhibir una respuesta preponderante ante la presencia de estímulos emocionales de enojo. Esto podría relacionarse con que los niños con MFI han desarrollado una alta sensibilidad ante los estímulos de enojo que si bien les permite detectar de manera eficiente señales que le pudieran resultar amenazantes, pudiera propiciar deficiencias al momento de detener sus respuestas ante ellos cuando el contexto se los demandara.

Es posible que las diferencias esperadas entre los grupos en el rendimiento conductual hayan sido atenuadas por el desempeño conductual de los sujetos en el grupo control que presentan sintomatología similar a sujetos del grupo MFI, particularmente, depresión, ansiedad y TEPT. Estos factores pueden ser tener un efecto deletéreo en los procesos de inhibición.

En la correlación EEG, no se encontraron diferencias de acuerdo al tipo de emoción, aunque sí de acuerdo al grupo. Al parecer existen amplias diferencias cerebrales entre los grupos, tanto en áreas específicas como en conexiones entre ellas. Las diferencias entre los grupos pueden ser el reflejo de alteraciones anatómo-funcionales relacionadas al MFI que influyen en la manera en que distintas áreas cerebrales se acoplan para inhibir un movimiento puesto en marcha independientemente del tipo de estímulo presentado.

El grupo MFI presentó patrones de correlación contrarias a las que se han descrito en sujetos normales al momento de realizar tareas de inhibición motriz. Particularmente, los niños con MFI mostraron menor correlación entre áreas frontales



dorsolaterales (F3-F4) y entre áreas centrales (C3-C4) en la banda gamma, entre F7-F8 en las bandas beta1, beta2 y gamma. Asimismo, tuvieron menores correlaciones intrahemisféricas entre F3-C3 en las bandas delta, beta1, beta2 y gamma, entre F3-P3 en la banda gamma, así como entre F4-C4 y F4-P4 en todas las bandas.

Las diferencias en las correlaciones entre ambos grupos pueden sugerir diferencias importantes a nivel cerebral. Específicamente, es viable que las menores correlaciones presentadas por el grupo MFI indiquen alteraciones en la conectividad entre áreas cerebrales implicadas procesos inhibitorios como son la corteza prefrontal, áreas motoras y parietales.

Tomando en cuenta lo anterior, se considera que el funcionamiento cerebral ante la ejecución de la tarea *Stop-Signal* es diferente en el grupo MFI con respecto a sus pares sin antecedentes de maltrato físico severo. Aunado a esto, los estímulos emocionales de enojo reducen la efectividad en el desempeño del grupo MFI en los ensayos *Stop*.

Los resultados antes mencionados sugieren que el EEG es una herramienta muy sensible en la detección de los efectos que el MFI puede generar en la conectividad cerebral que subyace ciertos procesos cognitivos de alto orden.



## Bibliografía

- Adler, L. E., Pachtman, E., Franks, R. D., Pecevich, M., Waldo, M. C. & Freedman, R. (1982). Neurophysiological evidence for a defect in neuronal mechanisms involved in sensory gating in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 17 (6), 639–654.
- Alegre, M., Alvarez-Gerriko, I., Valencia, M., Iriarte, J. & Artieda, J.(2008). Oscillatory changes related to the forced termination of a movement. *Clinical Neurophysiology*, 119(2), 290-300.
- Andersen, S.L., Tomada, A., Vincow, E.S., Valente, E., Polcari, A., & Teicher, M.H. (2008). Preliminary evidence for sensitive periods in the effect of childhood sexual abuse on regional brain development. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 20 (3), 292–301.
- Andreassi, J. (2000). Psychophysiology. Human behavior & physiological response. *The nervous system and measurement of its activity*. United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arán, F.V. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos del la edad y el estrato socioeconómico. *Avances en psicología latinoamericana*, 29 (1), 98-113.
- Aron, A.R. & Poldrack, R.A. (2006). Cortical and subcortical contributions to Stop signal response inhibition: role of the subthalamic nucleus. *The Journal of Neuroscience*, 26 (9), 2424–2433.
- Aron, A.R. (2007). The neural basis of inhibition in cognitive control. *The Neuroscientist*, 13 (3), 214-228.



- Aron, A.R. (2011). From reactive to proactive and selective control: developing a richer model for stopping inappropriate responses. *Biological Psychiatry*, 69 (12), 55-68.
- Augustine, J.R. (1996). Circuitry and functional aspects of the insular lobe in primates including humans. *Brain Research Reviews*, 22 (3), 229-244.
- Azaola, E. (2006). Maltrato, Abuso y Negligencia contra menores de edad. En Informe Nacional sobre violencia y salud. México: Secretaría de Salud p. 19-49.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.) *Recent advances in learning and motivation* (vol. 8). New York: Academic.
- Band, G.P. & Van Boxtel, G.J. (1999). Inhibitory motor control in stop paradigms: Review and reinterpretation of neural mechanisms. *Acta Psychologica*, 101 (2-3), 179-211.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94.
- Bausela, H. E. (2010). Función ejecutiva y desarrollo en la etapa preescolar. *Boletín de la sociedad de pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León*, 50 (214), 272, 276.
- Bausela, H.E. & Santos, C.J. (2006). Utilidad del Stroop en la psicología clínica. *Avances en salud mental relacional*, 5 (1).
- Bechara, A. (2004). The role of emotion in decision making: Evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain and cognition*, 55 (1), 30-40.



- Bechara, A., Damasio, A.R., Damasio, H. & Anderson, S.W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1), 7-15.
- Beers, R.S. & De Bellis, M.D. (2002). Neuropsychological function in children with maltreatment-related posttraumatic stress disorder. *American Journal of Psychiatry*, 159 (3), 483-486.
- Benton, A. L. (1968). Differential behavioral effects of frontal lobe disease. *Neuropsychologia*, 6 (1), 53-60.
- Ben-Ze'ev, A. (2001). The nature of typical emotions. En Kaszniak, A. (ed.). *Emotions, Qualia, and consciousness*. Singapore: World scientific, 42-58.
- Blair, K.S., Smith, B.W., Mitchell, D.G.V., Morton, J., Vythilingam, M., Pessoa, L., Fridberga, D., Zametkina, A., Nelson, E.E., Drevets, W.C., Pine, D.S., Martin, A. & Blair, R.J.R. (2007). Modulation of emotion by cognition and cognition by emotion. *Neuroimage*, 35 (1), 430-440.
- Bonilla, C.M. (2009). Inhibition of voluntary movement: an overview. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 10 (1), 67-74.
- Bremner J., Randall P., Capelli S., Scott T., McCarthy G. & Charney D. (1995). Deficits in short-term memory in adult survivors of childhood abuse. *Psychiatry Research*, 59 (1-2), 97-105.
- Bremner, J.D. Vythilingam, M., Vermetten, E., Southwick, S.M., McGlashan, T., Nazeer, A., Khan, S., Vaccarino, L.V., Soufer, Garg, P.K., Chin, K., Staib, L.H., Duncan & Charney, D.S. (2003). MRI and PET Study of Deficits in Hippocampal Structure and Function in Women With Childhood Sexual Abuse and Posttraumatic Stress Disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 160 (5), 924-932.



- Bremner, J.D., Randall, P., Vermetten, E., Staib, L., Bronen, R.A., Mazure, C., Capelli, S., McCarthy, G., Innis, R.B. & Charney, D.S. (1997). Magnetic resonance imaging-based measurement of hippocampal volume in posttraumatic stress disorder related to childhood physical and sexual abuse--a preliminary report. *Biological Psychiatry*, 41 (1), 23-32.
- Brunia, C.H.M. (2003). How is stopping realized? Errors, Conflicts and the Brain. Current Opinions on Performance Monitoring. *Response Inhibition*, 4, 96-103.
- Burgess, P.W., Dumontheil, I. & Gilbert, S.J. (2007). The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10). *Trends in Cognitive Sciences*, 11 (7), 290-289.
- Bustos, P., Rincón, P., & Aedo, J. (2009). Validación preliminar de la Escala infantil de síntomas del trastorno de estrés postraumático (Child PTSD Symptom Scale, CPSS) en niños/as y adolescentes víctimas de violencia sexual. *Psykhé*, 18 (2), 113-126.
- Cadavid, N. (2008). Neuropsicología de la construcción de la función ejecutiva. Tesis doctoral inédita. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Camras, L.A., Grow, J.G & Ribordy, S.C. (1983). Recognition of emotional expression by abused children. *Journal of Clinical Child Psychology*, 12 (3), 325-328.
- Carpenter, L.L., Shattuck, T.T., Tyrka, A.R., Geraciotti, T.D. & Price, L.H. (2011). Effect of childhood physical abuse on cortisol stress response. *Psychopharmacology*, 214 (1), 367-375



- Carretié, L., López-Martín, S. & Albert, J. (2010). Papel de la corteza prefrontal ventromedial en la respuesta a eventos emocionalmente negativos. *Revista de neurología*, 50 (4), 245-252.
- Carrion, V.G., Weems, C.F, Eliez, S., Patwardhan, A., Brown, W., Ray, R.D., Reiss, A.L. (2001). Attenuation of frontal asymmetry in pediatric posttraumatic stress disorder. *Biological Psychiatry*, 50 (12), 943-951.
- Carrion, V.G., Weems, C.F., Ray, R.D., Glaser, B., Hessel, D. & Reiss, A.L. (2002). Diurnal Salivary Cortisol in Pediatric Posttraumatic Stress Disorder. *Biological Psychiatry*, 51 (7), 575- 582.
- Carrion, V.G., Weems, C.F., Watson, C., Eliez, S., Menon, V. & Reiss, A. (2009). Converging evidence for abnormalities of the prefrontal cortex and evaluation of midsagittal structures in pediatric PTSD: an MRI study. *Psychiatry Research*, 172 (3), 226-234.
- Casey, B. J., Trainor, R. J., Orendi, J. L., Schubert, A. B., Nystrom, L. E., Giedd, J. N., Castellanos, F. X., Haxby, J. V., Noll, D. C., Cohen, J. D., Forman, S. D., Dahl, R. E. & Rapoport, J. L. (1997). A developmental functional MRI study of prefrontal activation during performance of a go-nogo task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9 (6), 835– 847.
- Centro de estudios sociales y opinión pública CESOP. (2005). Reporte temático núm. 1 Violencia y maltrato a menores en México
- Chee, M.W., Sriram, N., Soon, C.S. & Lee, K.M. (2000). Dorsolateral prefrontal cortex and the implicit association of concepts and attributes. *Neuroreport*, 11(1), 135-140.



- Chevrier, A.D., Noseworthy, M.D. & Schachar, R. (2007). Dissociation of response inhibition and performance monitoring in the stop signal task using event-related fMRI. *Human Brain Mapping*, 28 (12), 1347-1358.
- Choi, J., Jeong, B., Rohan, M.L., Polcari, A.M., Teicher, M.H. (2009). Preliminary evidence for white matter tract abnormalities in young adults exposed to parental verbal abuse. *Biological Psychiatry*, 65 (3), 227–234.
- Cicchetti, D. & Toth, S.L. (2005). Child maltreatment. *Annual Review Clinical Psychology*, 1 (1), 409-38.
- Cicchetti, D., Rogosch, F.A., Gunnar, M.R. & Toth, S.L. (2010). The differential impacts of early physical and sexual abuse and internalizing problems on daytime cortisol rhythm in school-aged children. *Child Development*, 81 (1), 252–269.
- Cohen, D. J. & Servan- Schreiber, D. (1992). Context, cortex and dopamine: A connectionist approach to behavior and biology in schizophrenia. *Psychological Review*, 99 (1), 45-77.
- Damasio, A.R. (1996). *El error de descartes, la razón de las emociones*. Chile, Santiago: Andrés Bello.
- Damasio, A.R. (2000). *Sentir lo que sucede: cuerpo y emoción en la fábrica de la consciencia*. Chile, Santiago: Andrés Bello.
- Dannlowski, U., Stuhrmann, A. & Beutelmann, V., et al. (2012). Limbic scars: long-term consequences of childhood maltreatment revealed by functional and structural magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, 71 (4), 286-293.
- De Bellis, M. D. (2005). The psychobiology of neglect. *Child Maltreatment*, 10 (2), 150–172.



- De Bellis, M. D., Baum, A. S., Birmaher, B., Keshavan, M. S., Eccard, C. H., Boring, A. M., Jenkins, F.J. & Ryan, N.D. (1999a). Developmental traumatology part I: Biological stress systems. *Biological Psychiatry*, 45 (10), 1259–1270.
- De Bellis, M.D., Keshavan, M.S., Clark, D.B., Casey, B.J., Giedd, J.N., Boring, A.M., Frustaci, K. & Ryan, N.D. (1999b) Developmental traumatology. Part II: Brain Development. *Biological Psychiatry*, 45 (10), 1271–1284.
- De Bellis, M.D., Kuchibhatla, M. (2006). Cerebellar volumes in pediatric maltreatment-related posttraumatic stress disorder. *Biological Psychiatry*, 60 (7), 697-703.
- De Brito, S.A., Viding, E., Sebastian, C.L., Kelly, P.A., Mechelli, A., Maris, H. & McCrory, E.J. (2013). Reduced orbitofrontal and temporal grey matter in a community sample of maltreated children. *Journal of child psychology and psychiatry*, 54 (1), 105-112.
- De Onis, M., Onyango, A.W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C. & Siekmann J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85 (9), 660-667.
- De Prince, A.P., Weinzierl, K.M. & Combs, M.D. (2009). Executive function performance and trauma exposure in a community sample of children. *Child Abuse and Neglect*, 33 (6), 353-361.
- Degroot, A. & Treit, D. (2004). Anxiety is functionally segregated within the septo-hippocampal system. *Brain research*, 1001(1-2), 60-71.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T.



- Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function*, 466- 503.  
London: Oxford University Press.
- Dozier, M., Manni, M., Gordon, M.K., Peloso, E., Gunnar, M.R., Stovall-McClough, K.C., Eldreth, D. & Levine, S. (2006). Foster children's diurnal production of cortisol: an exploratory study. *Child Maltreatment*, 11 (2), 189-197.
  - Driessen, M., Herrmann, J., Stahl, K., Zwaan, M., Meier, S., Hill, A., Osterheider, M. & Petersen, D. (2000). Magnetic resonance imaging volumes of the hippocampus and the amygdala in women with borderline personality disorder and early traumatization. *Archives of General Psychiatry*, 57 (12), 1115-1122.
  - Durand, K., Gallay, M., Seigneuric, A., Robichon, F. & Baudouin, J. (2007). The development of facial emotion recognition: the role of configural information. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97 (1), 14-27.
  - Eimer, M. & Holmes, A. (2002). An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*, 13 (4), 427-431.
  - Ellis, B.H., Fisher, P.A. & Zaharie, S. (2004). Predictors of disruptive behavior, developmental delays, anxiety, and affective symptomatology among institutionally reared Romanian children. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43 (10), 1283-1292.
  - Eluvathingal, T.J., Chugani, H.T., Behen, M.E., Juhasz, C., Muzik, O., Maqbool, M., Chugani, D.C. & Makki, M. (2006). Abnormal brain connectivity in children after early severe socioemotional deprivation: a diffusion tensor imaging study. *Pediatrics*, 117 (6), 2093–2100.



- Engel, A.K. & Fries, P. (2010). Beta-band oscillations--signalling the status quo?. *Current Opinion in Neurobiology*, 20 (2), 156-165.
- Enriquez-Geppert, S., Konrad, C., Pantev, C. & Huster, R.J. (2010). Conflict and inhibition differentially affect the N200/P300 complex in a combined go/nogo and stop-signal task. *Neuroimage*, 51 (2), 877-887.
- Faraone, A. (2000). *Maltrato infantil y un estudio de caso*. Uruguay: Trilce
- Fellows, L.K. & Farah, M.J. (2007). The Role of Ventromedial Prefrontal Cortex in Decision Making: Judgment under Uncertainty or Judgment Per Se? *Cerebral cortex*, 17 (11), 2669-2674.
- Fernández, M. J., Pérez, M. D. & Carrasco, S. S. (2002). Impulsividad cognitiva en menores maltratados: factores influyentes. *Universitas Psychologica*, 1 (2), 21-26.
- Fields, R. D. (2008). White matter in learning, cognition and psychiatric disorders. *Trends in neurosciences*, 31(7), 361-370.
- Fisher, P.A., Gunnar, M.R., Chamberlain, P. & Reid, J.B. (2000). Preventative intervention for maltreated pre-school children: Impact on children's behavior, neuroendocrine activity, and foster parent functioning. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 39 (11), 1356-1364.
- Flores, J.C. (2006). *Neuropsicología de lóbulos frontales*. Villahermosa: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Frías, A. M. & Gaxiola, R. J. (2008). Consecuencias de la violencia familiar experimentada directa e indirectamente en niños: depresión, ansiedad, conducta antisocial y ejecución académica. *Revista Mexicana de Psicología*, 25 (2), 237-248.



- Frick, P. J., (1998). *Conduct disorders and severe antisocial behavior*. New York: Plenum Press.
- Fuster, J. M. (2000). Executive frontal functions. *Experimental Brain Research*, 133 (1), 66-70.
- Fuster, J.M. (1993). Frontal lobes. *Current Opinion in Neurobiology*, 3, 160-165.
- Fuster, J.M. (1997). *The prefrontal cortex anatomy, psysiology and neuropsychology of the frontal lobe*. Philadelphia: Lippincott-Raven.
- Fuster, J.M. (1999). Synopsis of function and dysfunction of the frontal lobe. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 99 (Suppl. 395), 51-57.
- Fuster, J.M. (2001). The prefrontal cortex, an update: Time is of the essence. *Neuron*, 30 (2), 319-333.
- Garavan, H., Ross, T. J., & Stein, E. A. (1999). Right hemispheric dominance of inhibitory control: An event-related functional MRI study. *Proceedings of the National. Academy of Sciences of the United States of America*, 96 (14), 8301–8306.
- García- Molina, A., Enseñat-Cantallops, A., Tirapu-Ustároz & Roig-Rovira, T. (2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista de Neurología*, 48 (8), 435-440.
- García, F. M. (2006). Consecuencias del maltrato físico infantil sobre los problemas de conducta: mediadores y moderadores. *Intelligo*, 1 (1), 49-61.
- Garland, A.F., Hough, R.L., McCabe, K.M., Yeh, M., Wood, P.A. & Aarons, G.A. (2001). Prevalence of psychiatric disorders in youths across five sectors of



- care. *Journal of the American academy of child and adolescent psychiatry*, 40 (4), 409-418.
- Giménez, P. J., Pérez A. E, Dujovny, M. & Díaz, F.G. (2007). Secuelas neurológicas del maltrato infantil. Revisión bibliográfica. *Neurocirugia*, 18 (2), 95-100.
  - Gligorovic, M. & Durovic, N.B. (2012). Inhibitory control and adaptative behavior in children with mild intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58 (3), 233-242.
  - Goldberg, E. (2001). *The executive Brain, frontal lobes and the civilized mind*. New York: Oxford University Press.
  - Goldstein, M., Brendel, G., Tuescher, O., Pan, H., Epstein, J., Beutel, M., Yang, Y., Thomas, K., Levy, K., Silverman, M., Clarkin, J., Posner, M., Kernberg, O., Stern, E., Silbersweig, D. (2007). Neural substrates of the interaction of emotional stimulus processing and motor inhibitory control: an emotional linguistic go/no-go fMRI study. *Neuroimage*, 36 (3), 1026–1040.
  - Grassi, O.R., Ashy, M. & Stein, L.M. (2008) Psychobiology of childhood maltreatment: effects of allostatic load? *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 30 (1), 60-68.
  - Gray, J.A. (1982). *The neuropsychology of anxiety: An enquiry into the functions of the septo-hippocampal system*. New York: Oxford University Press.
  - Gray, J.A. (1991). Neural systems, emotion, and personality. En Madden, J., *Neurobiology of learning, emotion, and affect*. (pp. 273-306). New York: Raven Press.
  - Grosbras, M.H., & Paus, T. (2006). Brain networks involved in viewing angry hands or faces. *Cerebral Cortex*, 16 (8), 1087–1096.

- Guevara, M.A., Hernández, G.M., Sanz, M.A. & Amezcua, G.C. (2011). *Registro y análisis automatizado de señales bioeléctricas cerebrales durante la ejecución sexual*. México: Universidad de Guadalajara.
- Guevara-Peréz., M., & Hernández-González, M.(2006).Registro y análisis automatizado de señales bioeléctricas cerebrales durante la ejecución sexual. *Actividad bioeléctrica cerebral durante la ejecución sexual*. México: Universidad. de Guadalajara.
- Gunnar, M.R. & Cheatham, C.L. (2003). Brain and behavior interface: Stress and the developing brain. *Infant Mental Health Journal*, 24 (3),195-211.
- Hanson, J.L., Chung, M.K., Avants, B.B., Shirtcliff, E.A., Davidson, R.J. & Pollak, S.D. (2010). Early stress is associated with alterations in the orbitofrontal cortex: A tensor-based morphometry investigation of brain structure and behavioral risk. *The journal of neuroscience*, 30 (22), 7466-7472.
- Hare, T.A., Tottenham, N., Davidson, M.C., Glover, G.H. & Casey, B.J. (2005). Contributions of amygdala and striatal activity in emotion regulation. *Biological Psychiatry*, 57 (6), 624–632.
- Hariri, A.R., Mattay, V.S., Tessitore, A., Fera, F. & Weinberger, D.R. (2003). Neocortical modulation of the amygdala response to fearful stimuli. *Biological Psychiatry* , 53 (6), 494-501.
- Harnishfeger, K. (1995). Development of cognitive inhibition. En Dempster, F., Brainerd, C. editores. *Interference and inhibition in cognition*. San Diego: Academic: 174-204.
- Hart, H. & Rubia, K. (2012). Neuroimaging of child abuse: a critical review. *Frontiers in human neuroscience*, 6 , 1-24.



- Heim, C., Newport, D.J., Heit, S., Graham, Y.P., Wilcox, M., Bonsall, R., Miller, A.H. & Nemeroff, C.B. (2000). Pituitary-Adrenal and Autonomic Responses to Stress in Women after Sexual and Physical Abuse in Childhood. *The Journal of the American Medical Association*, 284 (5), 592- 597.
- Hernández, L., Bermúdez, G., Spence, S. González, J. Martínez, J. & Aguilar, J. (2010) Versión en español de la Escala de Ansiedad para Niños de Spence SCAS. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 42 (1), 13-24.
- Hinshaw, S.P. (2003). Impulsivity, emotion regulation, and developmental psychopathology: especificity versus generality of linkages. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008, 149-159.
- Hummel, F., Andres, F., Altenmuller, E., Dichgans, J. & Gerloff, C. (2002). Inhibitory control of acquired motor programmes in the human brain. *Brain*, 125, 404–420.
- Huster, R.J., Enriquez-Geppert, S., Lavallee, C.F., Falkenstein, M. & Herrmann, C.S. (2013). Electroencephalography of response inhibitions tasks: Functional networks and cognitive contributions. *International Journal of Psychophysiology*, 87 (3), 217-233.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2008). Estadísticas a propósito del día del niño, datos de Jalisco. Obtenido el 20 de febrero de 2012, de [www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/.../estadisticas/2008/niño14.doc](http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/.../estadisticas/2008/niño14.doc)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2013). Estadísticas a propósito del día del niño, datos nacionales. Obtenido el 18 de mayo de 2014, de [www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2013/ni%C3%B1o0.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2013/ni%C3%B1o0.pdf)



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (2000). *Violencia Intrafamiliar Encuesta 1999 Documento metodológico y resultados*. México.
- Ito, Y., Teicher, M., Glod, C., & Ackerman, E. (1998). Preliminary Evidence for Aberrant Cortical Development in Abused Children: A Quantitative EEG Study. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 10 (3), 298-307.
- Jaffee, S.R., Caspi, A., Moffitt, T.E., Dodge, K.A., Rutter, M., Taylor, A. & Tully, L.A. (2005). Nature X nurture: genetic vulnerabilities interact with physical maltreatment to promote conduct problems. *Development and Psychopathology*, 17 (1), 67-84.
- Jiang, Z.Y. (2005). Study on EEG power and coherence in patients with mild cognitive impairment during working memory task. *Journal of Zhejiang University*, 6 (12), 1213-1219.
- Johnson, G.J., Cohen, P., Brown, J., Smailes, M.E. & Bernstein, P.D. (1999). Childhood maltreatment increases risk for personality disorders during early adulthood. *Archives of General Psychiatry*, 56 (7), 600-606.
- Kagan J., Reznick, J.S. & Snidman N. (1985). Temperamental inhibition in early childhood. En Plomin, R. & Dunn, J. editors. *The Study of Temperament: Changes, Continuities, and Challenges*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 53-65.
- Kaiser, S., Weiss, O., Hill, H., Markela-Lerenc, J., Kiefer, M. & Weisbrod, M. (2006). N2 event-related potential correlates of response inhibition in an auditory Go/Nogo task. *International Journal of Psychophysiology*, 61 (2), 279-282.
- Kalanthroff, E., Cohen, N., Henik, A. (2013). Stop feeling: inhibition of emotional interference following stop-signal trials. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 1-7.



- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). *Principles of Neural Science* (4<sup>th</sup> ed.). United States of America: Mc Graw-Hill.
- Kandel, E.R., Jesell, T.M. & Schwartz. (1997). *Neurociencia y conducta*. España: Prentice Hall, 635-652.
- Kanwisher, N., McDermott, J. & Chun, M.M. (1997). The fusiform face area: a module in human extraestriate cortex specialized for face perception. *The journal of neuroscience*, 17 (11), 4302-4311.
- Kirouac, G. & Doré, F. Y. (1983). Accuracy and latency of judgment of facial expressions of emotions. *Perceptual and motor skills*, 57 (3), 683-686.
- Kitayama, N., Quinnb, S. & Bremner, J.D. (2006). Smaller volume of anterior cingulate cortex in abuse-related posttraumatic stress disorder. *Journal of Affective Disorders*, 90 (2-3), 171-174.
- Knight, R. T., Scabini, D. & Woods, D. L. (1989). Prefrontal cortex gating of auditory transmission in humans. *Brain Research*, 504 (2), 338–342.
- Kochanska G, Tjebkes T.L. & Forman D.R. (1998). Children's emerging regulation of conduct: restraint, compliance, and internalization from infancy to the second year. *Child Development*, 69 (5), 1378-1389.
- Kok, A., Ramautar, J. R., De Ruiter, M. B., Band, G. P. H. & Ridderinkhof, K. R. (2004). ERP components associated with successful and unsuccessful stopping in a stop-signal task. *Psychophysiology*, 41 (1), 9-20.
- Kovacs, M. (2004). *Inventario de depresión infantil (CDI)*. España: TEA ediciones.
- Kramer, A.F., Humphrey, D.G., Larish, J.F., Logan, G.D., & Strayer, D.L. (1994). Aging and inhibition: Beyond an unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging*, 9 (4), 491-512.



- Kramer, U.M., Knight, R.T., Münte, T.F. (2011). Electrophysiological evidence for different inhibitory mechanisms when stopping or changing a planned response. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23 (9), 2481–2493.
- Ladouceur, C.D., Dahl, R.E., Williamson, D.E., Birmaher, B., Axelson, D.A., Ryan, N.D., & Casey, B.J. (2006). Processing emotional facial expressions influences performance on a Go/NoGo task in pediatric anxiety and depression. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47 (11), 1107-1115.
- Lang, P.J. (2001). The nature of typical emotions. En Kaszniak, A. (ed). *Emotions, Qualia, and consciousness*. Singapore: World scientific, 216-218.
- Lavalley, C.F., Herrmann, C.S., Weerda, R., Huster, R.J. (2014). Stimulus-Response Mappings Shape Inhibition Processes: A Combined EEG-fMRI Study of Contextual Stopping. *Plos One*, 9 (4).
- Lee, V. & Hoaken P.N. (2007) Cognition, emotion, and neurobiological development: mediating the relation between maltreatment and aggression. *Child Maltreatment*, 12 (3), 281-298.
- Lemieux, A.M. & Coe, C.L. (1995). Abuse-related posttraumatic stress disorder: evidence for chronic neuroendocrine activation in women. *Psychosom Medicine*, 57 (2), 105–115.
- Lezak, M. D. (1983). *Neuropsychological assessment* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Li Ray, C. S., Krystal, J. H. & Mathalon, D. H. (2005). Fore-period effect and stop- signal reaction time. *Experimental Brain Research*, 167 (2), 305-309.
- Liotti, M., Pliszka, S.R., Perez, R., Luus, B., Glahn, D. & Semrud-Clikeman M. (2007). Electrophysiological correlates of response inhibition in children and



- adolescents with ADHD: influence of gender, age, and previous treatment history. *Psychophysiology*, 44 (6), 936-948.
- Lupien, S. J., McEwen, B.S., Gunnar, M.R. & Heim, C. (2009). Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nature*, 10, 434-445.
  - Luria, A. R. (1973). *The Working brain: An introduction to neuropsychology*. New York: Basic.
  - Luria, A. R. (1986). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México: Fontamara.
  - MacLeod, C.M. (2007) The concept of inhibition in cognition. En Gorfain, D.S. & MacLeod, C. M. (Eds.). *Inhibition in cognition*. Washington, EUA: APA, 3-23.
  - Majer, M., Nater U., Lin J. M., Capuron L. & Reeves W. (2010). Association of childhood trauma with cognitive function in healthy adults: a pilot study. *BMC Neurology*, 10, 61-71.
  - Makris, N., Kennedy, D.N., McInerney, S., Sorensen, A.G., Wang, R., Caviness, V.S. & Pandya, D.N. (2005). Segmentation of sub-components within the superior longitudinal fascicle in humans: a quantitative, in vivo, DT-MRI study. *Cerebral Cortex*, 15 (6), 854–869.
  - Masten, C.L., Guyer, A.E., Hodgdon, H.B., McClure, E.B., Charney, D.S., Ernst, M., Kaufman, J., Pine, D.S. & Monk, C.S. (2008). Recognition of facial emotions among maltreated children with high rates of post- traumatic stress disorder. *Child abuse neglect* , 32 (1), 239-153.
  - McLaughlin, K.A., Fox, N.A., Zeanah, C.H. & Nelson, C.A. (2011). Adverse rearing environments and neural development in children: the development of



- frontal electroencephalogram (EEG) asymmetry. *Biological Psychiatry*, 70 (11), 1008-1015.
- Mesa-Gresa, P. & Moya-Albiol, L. (2011). Neurobiología del maltrato: el ciclo de la violencia. *Revista de Neurología*, 52 (8), 489-503.
  - Mezzacappa E., Kindlon D., Earls F. (2001) Child abuse and performance task assessments of executive functions in boys. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 42 (8),1041–1048
  - Miller, E.K. & Cohen, J.D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
  - Mills, C. (2004). *Problems at home, problems at school: The effects of maltreatment in the home on children's functioning at school: an overview of recent research*. Reino Unido: NSPCC.
  - Milner, J. S., & Crouch, J. L. (2004). El perfil del niño víctima de violencia. En J. Sanmartín (ed.). *El laberinto de la violencia: Causas, tipos y efectos*. Barcelona, España. Ariel, 293-304.
  - Miskovic, V. & Schmidt, L.A. (2010). Cross-regional cortical synchronization during affective image viewing. *Brain research*, 1362, 102-111.
  - Miskovic, V., Schmidt, L. A., Georgiades, K., Boyle, M., & MacMilla, H. L. (2009). Frontal asymmetry in child maltreatment. *Developmental Psychobiology*, 51 (6), 474-487.
  - Moeller, F.G., Barrat, E.S., Dougherty, D.M. & Swann, A.C. (2001). Psychiatric Aspects of Impulsivity. *American Journal of Psychiatry*, 158 (11), 1783-1793.
  - Morán, R. E. (2004). *Educandos con desórdenes emocionales y conductuales*. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.



- Mostofsky, S.H., Schafer, J.G., Abrams, M.T., Goldberg, M.C., Flower, A.A., Boyce, A., Courtney, S.M., Calhoun, V.D., Kraut, M.A., Denckla, M.B.(2003) fMRI evidence that the neural basis of response inhibition is task-dependent. *Cognitive Brain Research*, 17 (2), 419–30.
- Mueller, S.C., Maheua, F.S., Dozier, M., Peloso, E., Mandell, D., Leibenluft, E., Pine, D.S., Ernst, M. (2010). Early-life stress is associated with impairment in cognitive control in adolescence: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 48 (10), 3037-3044.
- Muller V. & Anokhin, A.P. (2012) Neural Synchrony during Response Production and Inhibition. *Plos One*, 7 (6).
- Navalta, C. P., Polcari A., Webster, D. M., Boghossian A. & Teicher, M.H. (2006). Effects of Childhood Sexual Abuse on Neuropsychological and Cognitive Function in College Women. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 18 (1), 45–53.
- Nelson, C. (1987). The recognition of facial expressions in the first two years of life: Mechanisms of development. *Child development*, 58 (4), 889-909.
- Nieuwenhuis, S., Yeung, N., Van Den Wildenerg, W. & Ridderinkhof, K.R. (2003). Electrophysiological correlates of anterior cingulate function in a go/no-go task: Effects of response conflict and trial type frequency. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 3 (1), 17-26.
- Nigg, J.T. (2000). On inhibition/desinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 120 (2), 220-246.
- Okon-Singer, H., Lichtenstein-Vidne, L., & Cohen, N. (2012). Dynamic modulation of emotional processing. *Biological Psychology*, 92 (3), 480-491.



- Oldfield, R., (1971) The assesment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9 (1),97-113.
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). *Informe Mundial sobre la violencia y salud, Publicación Científica y Técnica*. Washington: OPS.
- Orozco-Cabal, L.F. & Herin, D. (2008). Neurobiología de la impulsividad y los trastornos de la conducta alimentaria. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 37 (2), 207-219.
- Ostrosky, F., Gómez, E., Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Pineda, D. (2003). *Neuropsi atención y memoria 6 a 85 años*. México: Biblioteca Teletón.
- Palmer L.K., Frantz C.E., Armsworth M.W., et al. Neuropsychological sequelae of chronically psychologically traumatized children: Specific findings in memory and higher cognitive functions, in Trauma & Memory. En Williams, L. & Banyard, B.L. (1998) *Trauma and Memory* (229–244). SAGE Publications.
- Pessoa, L. (2005). To what extent are emotional visual stimuli processed without attention and awareness? *Current opinion in neurobiology*, 15 (2), 188-196.
- Pessoa, L. (2009). How do emotion and motivation direct executive control? *Trends in cognitive sciences*, 13 (4), 160-166.
- Pessoa, L., Padmala, S., Kenzer, A. & Bauer, A. (2012). Interactions between cognition and emotion during response inhibition. *Emotion*, 12 (1), 192-197.
- Phillips, M.L., Drevets, W.C., Rauch, S.L., & Lane, R. (2003). Neurobiology of emotion perception II: Implications for major psychiatric disorders. *Biological Psychiatry*, 54 (5), 515–528.
- Pinheiro, P.S. (2006). *Informe mundial sobre la violencia contra los niños y niñas*. UNICEF.



- Pino, J.M. & Herruzo, J. (2000). Consecuencias de los malos tratos sobre el desarrollo psicológico. *Revista latinoamericana de Psicología*, 32 (2), 253-275.
- Pollak, S. D. (2003) Experience-dependent affective learning and risk for psychopathology in children. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008, 102-111.
- Pollak, S. D. (2004). The Impact of Child Maltreatment on the Psychosocial Development of Young Children. Obtenido el 26 de marzo del 2012 en <http://www.child-encyclopedia.com/documents/PollakANGxp.pdf>
- Pollak, S. D., Cicchetti, D., Hornung, K., & Reed, A. (2000). Recognizing emotion in faces: developmental effects of child abuse and neglect. *Developmental Psychology*, 36 (5), 679-688.
- Pollak, S.D. & Kistler, D.J. (2002). Early experience is associated with the development of categorical representations for facial expressions of emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99 (13), 9072-9076.
- Pollak, S.D. & Sinha, P. (2008). Effects of early experience on children's recognition of facial displays of emotion. *Developmental Psychopathology*, 38 (5), 784-791.
- Pollak, S.D., Klorman, R., Thatcher, J.E. & Cicchetti, D. (2001). P3b reflects maltreated children's reactions to facial displays of emotion. *Psychophysiology*, 38 (2), 267-274.
- Prasad, M.R., Kramer, L.A. & Ewing-Cobbs, L. (2005). Cognitive and neuroimaging findings in physically abused preschoolers. *Archives of Disease in childhood*, 90 (1), 82-85.



- Rebollo, M.A. & Montiel, S. (2006). Atención y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 42 (Supl 2), 3-7.
- Redolar, D. R. (2011). *El cerebro estresado*. Barcelona: UOC.
- Robins, P.M. (1992). A comparison of behavioral and attentional functioning in children diagnosed with hyperactive or learning-disabled. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 20 (1), 65-82.
- Rogness, G. A., Amrungs, S. A., Macedo, C. A., Harris, W. R., & Fisher, C. (1986). Psychopathology in abused or neglected children. *Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, 25 (5), 659–665.
- Rolls, E. T. (1999). *The brain and emotion*. Nueva York: Oxford University Press.
- Royall, D.R., Lauterbach, E.C., Cummings, J.L., Reeve, A., Rummans, T.A., Kaufer, D.I., LaFrance, W.C. & Coffey, C.E. (2002). Executive control: A review of its promise and challenges for clinical research. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 14 (4), 377-405.
- Rubia, K., Russell, T., Overmeyer, S., Brammer, M.J., Bullmore, E.T., Sharma, T., Simmons, A., Williams, S.C., Giampietro, V., Andrew, C.M. & Taylor, E. (2001a). Mapping motor inhibition: Conjunctive brain activations across different versions of Go/No Go and Stop Tasks. *Neuroimage*, 13 (2), 250-261.
- Rubia, K., Taylor, E., Smith, A., Oksanen, H., Overmeyer, S., Bullmore, E. T. & Newman, S. (2001b). Neuropsychological analyses of impulsiveness in childhood hyperactivity. *British Journal of Psychiatry*, 179, 138-143.
- Sagaspe, P., Schwartz, S. & Vuilleumier, P. (2011). Fear and stop: a role for the amygdale in motor inhibition by emotional signals. *Neuroimage*, 55 (4), 1825-1835.



- Samuelson, K.W., Krueger, C.E., Burnett, C. & Wilson, C.K. (2010). Neuropsychological functioning in children with posttraumatic stress disorder. *Child Neuropsychology*, 16 (2), 119-133.
- Sánchez-Navarro, J.P. & Román, F. (2004). Amígdala, corteza prefrontal, y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional. *Anales de Psicología*, 20 (2), 223-240.
- Sanmartín, E. J. (2008). *Violencia contra niños*. (4to ed.) España: Ariel.
- Sanz-Martin, A. (2000). *Diferencias sexuales y efecto del ciclo menstrual en el reconocimiento de las emociones faciales*. Institución: Instituto de Neurociencias, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. México.
- Sanz-Martin, M.A., Castillo, P.G., Sanchez, P.E. & Gumà, D.E. (2008). Las emociones desde el punto de vista de la Psicobiología. En Guevara, P.M., et al. (coordinadores). *Aproximaciones al estudio de la Psicobiología del comportamiento*. Guanajuato: Universidad de Guanajuato, 323-378.
- Sastre-Riba, S., Merino-Moreno, N. & Poch-Olivé, M.L. (2007) Formatos interactivos y funciones ejecutivas en el desarrollo temprano. *Revista de Neurología*, 44 (Supl. 2), 61-65
- Savostyanov, A.N., Tsaia, A.C., Lioua, M., Levinb, A.E., Leea, J., Yurganovb, A.V., Knyazev, G.(2009). EEG-correlates of trait anxiety in the stop-signal paradigm. *Neuroscience letters*, 449 (2), 112-116.
- Schachar, R., & Logan, G. D. (1990). Impulsivity and inhibitory control in normal development and childhood psychopathology. *Developmental Psychology*, 26 (5), 710-720.
- Schimmack, U. (2005). Attentional interference effects of emotional pictures: Threat, negativity or arousal? *Emotion*, 5 (1), 55-66.



- Schulz, K.P., Clerkin, S.M., Halperin, J.M., Newcorn, J.H., Tang, C.Y. & Fan, J. (2009). Dissociable neural effects of stimulus valence and preceding context during the inhibition of responses to emotional faces. *Human Brain Mapping*, 30 (9), 2821–2833.
- Schulz, K.P., Fan, J., Magidina, O., Marks, D.J., Hahn, B. & Halperina, J.M. (2007). Does the Emotional Go/No-Go Task Really Measure Behavioral Inhibition? Convergence with Measures on a Non-Emotional Analog. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (2), 151-160.
- Senderecka, M., Grabowska, A., Szewczyk, J., Gerc, K. & Chmylak, R. (2011). Response inhibition of children with ADHD in the stop-signal task: An event-related potential study. *International Journal of Psychophysiology*, 85 (1), 93-105.
- Shafritz, K.M., Collins, S.H. & Blumberg, H.P., (2006). The interaction of emotional and cognitive neural systems in emotionally guided response inhibition. *Neuroimage*, 31 (1), 468–475.
- Shallice, T. & Burgess, P.W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114 (2), 727-741.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 298 (1089), 199–209.
- Shibata, T., Shimoyama, I., Ito, T., Abla, D., Iwasa, H., Koseki, K., Yamanouchi, N., Sato, T. & Nakajima, Y. (1999). Event-related dynamics of the gamma-band oscillation in the human brain: information processing during a GO/NOGO hand movement task. *Neuroscience research*, 33 (3), 215-222.
- Shibata, T., Shimoyamab, I., Itoa, T., Ablab, D., Iwasaa, H., Kosekic, K., Yamanouchia, N., Satoa, T. & Nakajimab, Y. (1998). The synchronization



- between brain areas under motor inhibition process in humans estimated by event-related EEG coherence. *Neuroscience Research*, 31 (4), 265-271.
- Shimamura, A.P. (2000). The role of the prefrontal cortex in dynamic filtering. *Psychobiology*, 28 (2), 207-218.
  - Silberman, E. K., & Weingartner, H. (1986). Hemispheric lateralization of functions relate to emotion. *Brain Cognition*, 5 (3), 322-353.
  - Slopen, N., McLaughlin, K.A., Fox, N.A., Zeanah, C.H. & Nelson, C.A. (2012). Alterations in Neural Processing and Psychopathology in Children Raised in Institutions. *Archives of General Psychiatry*, 69 (10), 1022-1030.
  - Spann, M.N., Mayes, L.C., Kalmar, J.H., Guiney, J., Womer, F.Y., Pittman, B., Mazure, C.M., Sinha, R. & Blumberg, H.P. (2012). Childhood abuse and neglect and cognitive flexibility in adolescents. *Child Neuropsychology*, 18 (2), 182-189.
  - Steinberg, L. (2005) Cognitive and affective development in adolescence. *Trends in Cognitive Sciences*, 9 (2), 69-74.
  - Swann, N., Tandon, N., Canolty, R., Ellmore, T.M., McEvoy, L.K., Dreyer, S., DiSano, M. & Aron, A.R. (2009). Intracranial EEG reveals a time – frequency-specific role for the right inferior frontal gyrus and primary motor cortex in stopping initiated responses. *The Journal of Neuroscience*, 29 (40), 12675-12685.
  - Swann, N.C., Cai, W., Conner, C.R., Pieters, T.A., Claffey, M.P., George, J.S., Aron, A.R., Tandon, N. (2012). Roles for the pre-supplementary motor area and the right inferior frontal gyrus in stopping action: electrophysiological responses and functional and structural connectivity. *Neuroimage*, 59 (3), 2860–2870.



- Teicher, M.H., Andersen, S.L., Polcari, A., Anderson, C.M., Navalta, C.P. & Kim D.M. (2003). The neurobiological consequences of early stress and childhood maltreatment. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27 (1-2), 33-44.
- Teicher, M.H., Dumont, N.L., Ito, Y., Vaituzis, C., Giedd, J.N. & Andersen, S.L. (2004). Childhood Neglect Is Associated with Reduced Corpus Callosum Area. *Biological Psychiatry*, 56 (2), 80–85.
- Thomaes, K., Dorrepaal, E., Draijer, N., De Ruiter, M.B., Van Balkom, A.J., Smit, J.H. & Veltman, D.J. (2010). Reduced anterior cingulate and orbitofrontal volumes in child abuse-related complex PTSD. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 71 (12), 1636-1644.
- Thomas, L.A., De Bellis, M.D., Graham, R. & Labar, K.S. (2007). Development of emotional facial recognition in late childhood and adolescence. *Developmental Science*, 10 (5), 547-558.
- Tirapu-Ustárroz, J., García- Molina, A., Luna- Lario, P., Verdejo- García, A. & Ríos -Lago, M. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. En Tirapu-Ustárroz, J., García- Molina, A., Ríos -Lago, M. & Ardila, A. *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*. Madrid: Viguera, 89-120.
- Tirapu-Ustárroz, J.,García- Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T., & Pelegrín-Valero, C. (2008a).Modelos de funciones y control ejecutivo (I). *Revista de Neurología*, 46 (11), 684-692.
- Tirapu-Ustárroz, J.,García- Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T., & Pelegrín-Valero, C. (2008b).Modelos de funciones y control ejecutivo (II). *Revista de Neurología*, 46 (12), 742-750.



- Tirapu-Ustárroz, J., Ríos-Lago, M. & Maestú, F. (2008c). *Manual de Neuropsicología*. Madrid: Viguera.
- Tomoda, A., Polcari, A., Anderson, C. M., & Teicher, M. H. (2012). Reduced visual cortex gray matter volume and thickness in young adults who witnessed domestic violence during childhood. *Plos One*, 7 (12).
- Tomoda, A., Suzuki, H., Rabi, K., Sheu, Y.S., Polcari, A. & Teicher, M.H. (2009). Reduced prefrontal cortical gray matter volume in young adults exposed to harsh corporal punishment. *Neuroimage*, 47 (2), 1-13.
- Tong, S. & Thakor, N.V. (2009). *Quantitative EEG analysis methods and clinical applications*. EUA: Artech House.
- Trujillo, N. & Pineda, A. D. (2008). Función ejecutiva en la investigación de los trastornos del comportamiento del niño y del adolescente. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1), 77-94.
- Tucker, D. M., Derryberry, D. & Luu, P. (2000). Anatomy and Physiology of Human Emotion: Vertical Integration of Brainstem, Limbic, and Cortical Systems. En J. Borod (Ed.), *Handbook of the Neuropsychology of Emotion*. New York: Oxford.
- UNICEF (2006). Protección infantil contra el abuso y la violencia. Obtenido el 10 de marzo de 2012, de [http://www.unicef.org/spanish/protection/index\\_action.html](http://www.unicef.org/spanish/protection/index_action.html) .
- Van Den Wildenberg, W. & Crone, E. (2006) Development of the response inhibition and decision-making across childhood: A cognitive neuroscience perspective. En Marrow, J.R. (Ed.), *Focus on child psychology research* (pp. 23-42) New York: Nova Science Publishers.



- Van Den Wildenberg, W.P., Van Boxtel, G.J., Van Der Molen, M.W., Bosch, D.A., Speelman, J.D. & Brunia, C.H. (2006). Stimulation of the subthalamic region facilitates the selection and inhibition of motor responses in Parkinson's disease. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18 (4), 626-636.
- Van Der Kolk, B.A. (2003). The neurobiology of childhood trauma and abuse. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 12 (2), 293-317.
- Verbruggen, F. & De Houwer, J. (2007). Do emotional stimuli interfere with response inhibition? Evidence from the stop-signal paradigm. *Cognition and Emotion*, 21(2), 391-403.
- Verbruggen, F. & Logan, G.D. (2008). Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends in cognitive Sciences*, 12 (11), 418-424.
- Verdejo, G. A. & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22 (2), 227-235.
- Walsh, K. W. (1978). *Neuropsychology: a clinical approach*. New York: Churchill Livingstone.
- Wang, L., Dai, Z., Peng, H., Tan, L., Ding, Y., He, Z., Zhang, Y., Xia, M., Li, Z., Li, W., Cai, Y., Lu, S., Liao, M., Zhang, L., Wu, W., He, Y. & Li, L. (2013). Overlapping and segregated resting-state functional connectivity in patients with major depressive disorder with and without childhood neglect. *Human Brain Mapping*, 35 (4), 1154-1166.
- Watts, E. T., Fortson, L. B., Gibler, N., Hooper, R. S. & De Bellis, M.D. (2006). The Psychobiology of Maltreatment in Childhood. *Journal of Social Issues*, 62 (4), 717-736.
- Wechsler, D.(2007) *Escala Wechsler de inteligencia para niños-IV*. México: Manual Moderno



- Weller, E.B., Weller, R.A. Teare, M., & Fristad, M., (2001) *Entrevista para síndromes psiquiátricos en niños y adolescentes (CHIPS)*. México : Manual Moderno.
- Welsh, M. C. & Pennington, B. F. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4 (3), 199-230.
- Weninger, G., Lange, C., Sachsse, U. & Irle, E. (2009). Reduced amygdale and hippocampus size in trauma- exposed women with borderline personality disorder and without posttraumatic stress disorder. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 34 (5), 383-388.
- Williams, B.R., Ponesse, J.S., Schachar, R.J., Tannock, R. & Logan, G.D. (1999). Development of inhibitory control across the life span. *Developmental Psychology*, 35 (1), 205-213.
- Yasik, A.E., Saigh, P.A., Oberfield, R.A. & Halamandaris, P.V. (2007). Posttraumatic stress disorder: memory and learning performance in children and adolescents. *Biological Psychiatry*, 61 (3), 382-388.
- Zelazo, P.D. & Muller U. (2002). Executive Function in Typical and Atypical Development En Goswami U, ed. *Handbook of childhood cognitive development*. Oxford: Blackwell. p. 445-469.
- Zhang, S. & Li, C.T. (2012). Functional Networks for cognitive control in a stop signal task: Independent component analysis. *Human Brain Mapping*, 33 (1), 89-104.
- Zolotor, A. J., Runyan, D. K., Dunne, M. P., Jain, D., Péturs, H. R., Ramirez, C., et al. (2009). ISPCAN Child Abuse Screening Tool Children's Version (ICAST-



C): Instrument development and multi-national pilot testing. *Child Abuse & Neglect*, 33, 833-841.



## ANEXO I.

### Dictamen del comité de ética al proyecto de investigación

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS**  
**BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**

**INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS**

**COMITÉ DE ÉTICA**

**DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Organización eléctrica cerebral durante una tarea de inhibición motora con estímulos emocionales en menores víctimas de maltrato físico.

CON NÚMERO DE REGISTRO: ET112012-143

RESPONSABLE: Araceli Sanz Martín

APROBADO SIN MODIFICACIONES

RECHAZADO

SUGERENCIAS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*[Handwritten signatures and initials are present on the left side of the document]*

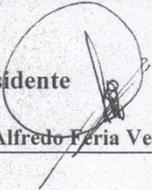


RECHAZADO DEBIDO A: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

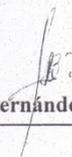
En caso de haber sido evaluado con sugerencias, se requiere someter a re-evaluación el proyecto de investigación al Comité de Ética en un lapso máximo de 2 semanas a partir de esta fecha.

Se emite el presente DICTAMEN el día 20 de Enero  
de 2013, firmando los integrantes del Comité de Ética  
del Instituto de Neurociencias.

Presidente

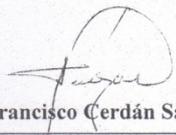
  
Dr. Alfredo Feria Velasco

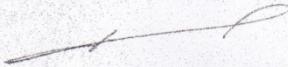
Secretaria

  
Dra. Marisela Hernández González

Vocales:

  
Dr. Jacinto Bañuelos Pineda

  
Dr. Luis Francisco Cerdán Sánchez

  
Dr. Andrés A. González Garrido

  
Dr. Jorge Juárez González

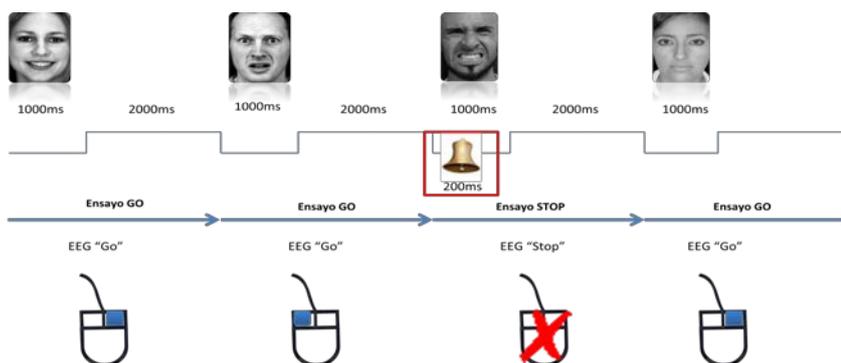
Ccp. Archivo

## ANEXO II.

### Pilotaje de la tarea experimental

Se diseñó la tarea, la cual se compone cuatro bloques conformados por 100 ensayos cada uno. Cada bloque está formado por ensayos “Go” en un 75% y por ensayos “Stop” en un 25%. Como se mencionó en el método, los estímulos que conforman los bloques consisten en fotografías en blanco y negro de hombres y mujeres con expresión de alegría, enojo, miedo y neutra. Los tipos de estímulos emocionales que conforman los ensayos están distribuidos de manera equitativa al igual que el género del rostro que presenta una emoción. Además, se diseñó un bloque de entrenamiento y comprende 20 ensayos de los cuales solo uno es *Stop*.

Se tenían ciertas dudas con respecto a si el intervalo de tiempo asignado entre la aparición del estímulo *Go* (rostro emocional) y el estímulo *Stop* (sonido) permitiría que la detención de la respuesta en curso se llevara de manera exitosa. Para esto se realizó se realizaron tres pilotajes del diseño original de la prueba el cual implicaba un intervalo de 200 ms entre la aparición del estímulo *Go* y la del estímulo *Stop* en los ensayos *Stop* (figura 1).



**Figura 1. Tarea Stop-Signal (diseño original).** El intervalo de tiempo entre la aparición del estímulo *Go* (imagen) y el estímulo *Stop* (sonido) en el ensayo *Stop*, aparece señalado en el recuadro rojo (200 ms).

Esta serie de pilotajes se realizó en sujetos con edades mayores de 21 años. A continuación se muestran las comisiones incorrectas y el promedio de los tiempos de reacción obtenidos (TR) en los primeros tres pilotajes (tabla 1,2 y 3).

**Tabla 1.** Resultados del sujeto piloto 1 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

<b>SUJETO PILOTO 1</b>			
	<b>ERRORES</b>	<b>PROMEDIO TR</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Bloque 1	0	855.43 ms	203.75 ms
Bloque 2	2	870.39 ms	208.34 ms
Bloque 3	1	909.74 ms	252.37 ms
Bloque 4	1	822.16 ms	207.28 ms

**Tabla 2.** Resultados del sujeto piloto 2 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

<b>SUJETO PILOTO 2</b>			
	<b>ERRORES</b>	<b>PROMEDIO TR</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Bloque 1	6	535.59ms	126.25ms
Bloque 2	7	539.79ms	100.88ms
Bloque 3	13	487.18ms	108.75ms
Bloque 4	7	523.60ms	109.34ms

**Tabla 3.** Resultados del sujeto piloto 3 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

<b>SUJETO PILOTO 3</b>			
	<b>ERRORES</b>	<b>PROMEDIO TR</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Bloque 1	3	558.13ms	149.53ms
Bloque 2	2	617.35ms	116.40ms
Bloque 3	0	635.60ms	93.94ms
Bloque 4	1	687.86ms	119.02ms

Como se puede observar en la tabla 6, el sujeto piloto 2 registró una cantidad considerable de errores con respecto a sujetos pilotos 1 y 3 (tablas 1 y 3

respectivamente), tomando en cuenta que la velocidad de la inhibición de una conducta motriz es menor en niños que en adultos jóvenes, y que los primeros pilotajes se realizaron en sujetos mayores de 21 años, se optó por realizar otra serie de tres pilotajes, a estos se le asignaron intervalos diferentes a cada bloque, de manera que el bloque 1 se programó con un intervalo de 150 ms entre la aparición del estímulo *Go* y la del estímulo *Stop* en los ensayos *Stop*. Para el bloque 2 el tiempo asignado fue de 100 ms, mientras para los bloques 3 y 4 los tiempos fueron los mismos que el del diseño original (200 ms). Estos pilotajes fueron realizados por sujetos con edades de 21 años en adelante. Los resultados de dichos pilotajes (tabla 4, 5 y 6), muestran que los sujetos pilotos tienden a adaptar sus tiempos de reacción a los intervalos asignados a cada tarea, es importante mencionar que a los sujetos pilotos en ningún momento se les notificó acerca de la diferencia de dichos intervalos. En los resultados se puede apreciar que los tiempos de reacción menores se registraron en el bloque 2 (100 ms), seguido del bloque 1 (150 ms) y los tiempos de reacción mayores se registraron en los bloques 3 y 4 (200 ms ambos), esto fue evidente en los 3 sujetos pilotos.

**Tabla 4.** Resultados del sujeto piloto 4 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

SUJETO PILOTO 4			
	ERRORES	PROMEDIO TR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Bloque 1 (150 ms)	1	634.39 ms	107.08 ms
Bloque 2 (100 ms)	2	624.13 ms	124.56 ms
Bloque 3 (200 ms)	2	664.51 ms	133.85 ms
Bloque 4 (200 ms)	1	644.07 ms	137.44 ms

**Tabla 5.** Resultados del sujeto piloto 5 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

<b>SUJETO PILOTO 5</b>			
	<b>ERRORES</b>	<b>PROMEDIO TR</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Bloque 1 (150 ms)	2	679.42 ms	171.89 ms
Bloque 2 (100 ms)	2	672.39 ms	155.61 ms
Bloque 3 (200 ms)	3	730.45 ms	182.43 ms
Bloque 4 (200 ms)	2	761.82 ms	161.45 ms

**Tabla 6.** Resultados del sujeto piloto 6 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

<b>SUJETO PILOTO 6</b>			
	<b>ERRORES</b>	<b>PROMEDIO TR</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Bloque 1 (150 ms)	1	559.63 ms	110.50 ms
Bloque 2 (100 ms)	0	549.97 ms	106.99 ms
Bloque 3 (200 ms)	1	587.13 ms	117.13 ms
Bloque 4 (200 ms)	2	636.38 ms	155.07 ms

Una vez probada la tarea en sujetos mayores de edad, se llevó a cabo una tercera serie de pilotajes, ésta última se realizó con tres sujetos cuyas edades fueron de 8, 9 y 15 años. En estos pilotos se corrió la tarea con los mismos intervalos de tiempo que en la segunda serie de pilotajes, quedando los intervalos de la siguiente manera: Bloque 1: 150 ms, Bloque 2: 100 ms, Bloques 3 y 4: 200 ms. Como se puede observar, los niños de 8 y 9 años (tablas 7 y 8 respectivamente) también tienen a adaptar sus tiempos de reacción a los de los intervalos asignados a cada bloque, pero se puede apreciar una cantidad considerable de errores con respecto al sujeto piloto de 15 años (tabla 9). También se puede apreciar que dichos sujetos pilotos presentaron una menor cantidad de errores en el Bloque 1 (150).

**Tabla 7.** Resultados del sujeto piloto 7 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

<b>SUJETO PILOTO 7 (8 años)</b>			
	<b>ERRORES</b>	<b>PROMEDIO TR</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Bloque 1 (150 ms)	8	689.95 ms	201.48 ms
Bloque 2 (100 ms)	13	676.94 ms	229.01 ms
Bloque 3 (200 ms)	14	738.34 ms	298.21 ms
Bloque 4 (200 ms)	14	676.41 ms	308.95 ms

**Tabla 8.** Resultados del sujeto piloto 8 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

<b>SUJETO PILOTO 8 (9 años)</b>			
	<b>ERRORES</b>	<b>PROMEDIO TR</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Bloque 1 (150 ms)	7	622.23 ms	136.50 ms
Bloque 2 (100 ms)	8	610.24 ms	104.99 ms
Bloque 3 (200 ms)	10	651.35 ms	102.82 ms
Bloque 4 (200 ms)	11	654.50 ms	118.92 ms

**Tabla 9.** Resultados del sujeto piloto 9 por bloque, se presentan comisiones incorrectas (errores), el promedio de los tiempos de reacción (TR) en milisegundos (ms) y la desviación estándar de dichos tiempos.

<b>SUJETO PILOTO 9 (15 años)</b>			
	<b>ERRORES</b>	<b>PROMEDIO TR</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Bloque 1 (150 ms)	5	593.67 ms	117.92 ms
Bloque 2 (100 ms)	7	588.12 ms	120.37 ms
Bloque 3 (200 ms)	3	596.96 ms	139.78 ms
Bloque 4 (200 ms)	6	637.92 ms	141.63 ms

De manera general, las comisiones incorrectas tendieron a presentarse durante las primeras apariciones de los estímulos *Stop* de cada bloque, es decir, el desempeño de los sujetos pilotos parece mejorar conforme el desarrollo de cada bloque, al parecer los sujetos van adaptando sus tiempos de reacción a los intervalos establecidos. A pesar de esto los niños presentaron mayores errores, como era esperado. Teniendo en cuenta los



resultados de los pilotajes se optó por modificar el diseño original de la tarea, y el tiempo de intervalo asignado entre la aparición de los estímulos *Go* y *Stop* pasó de 200 ms a 150 ms.