



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA

Coordinación de Bibliotecas

Biblioteca Digital

La presente tesis es publicada a texto completo en virtud de que el autor ha dado su autorización por escrito para la incorporación del documento a la Biblioteca Digital y al Repositorio Institucional de la Universidad de Guadalajara, esto sin sufrir menoscabo sobre sus derechos como autor de la obra y los usos que posteriormente quiera darle a la misma.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

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

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

Efectos de un programa de meditación en el
funcionamiento ejecutivo y la actividad EEG de jóvenes
infractores

Tesis

que para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO
(ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA)

presenta

Arturo Ron Grajales

Comité tutorial

Dra. Araceli Sanz Martin (Directora)

Dra. Julieta Ramos Loyo

Dra. Olga Inozemtseva

Dr. Markus Müller

Guadalajara, Jalisco

2021

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Arturo y Monserrat, a mi hermano Daniel y a mi novia Marie por su apoyo incondicional, su pacencia, 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 desarrollarme en el mundo de la ciencia orientada al comportamiento humano.

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 las doctoras Julieta Ramos Loyo y Olga Inozemtseva por haber enriquecido este proyecto con sus conocimientos y consejos. Así como al Dr. Markus Müller y su laboratorio, por su tiempo, sus consejos, sus conocimientos y su hospitalidad.

Agradezco a la gente de CEDAT A.C. por sus gestiones y apoyo a este proyecto. Al Centro de Observación, Clasificación y Diagnóstico del Estado de Jalisco y al Centro de Atención Integral Juvenil del Estado de Jalisco por abrirnos las puertas y contribuir para que este proyecto sea una realidad. Agradezco a Ulises Urciaga, Sofía Navarro, Cecilia Padilla, Jorge Ontiveros, Alejandra Guzmán y Katia por participar directamente en tareas de intervención y/o evaluación. De igual manera, agradezco a todos los jóvenes que participaron en las diferentes etapas del proyecto, por su tiempo, disposición y cooperación.

Agradezco a mis colegas y amigos de laboratorio Sofía, Tiffany, Rebeca y a cada uno de mis profesores por compartir conmigo sus conocimientos y su pasión por la ciencia. De igual manera, agradezco a mis amigos Isaac, Paulina, Jackeline y Lorena por su apoyo en momentos difíciles durante este periodo.

RESUMEN

Más de la mitad de los jóvenes reclusos en los centros de justicia han cometido delitos violentos y cerca del 30% reincide en actos delictivos. Estudios han identificado que deficiencias en el funcionamiento ejecutivo (FE) y en la actividad de áreas cerebrales involucradas en estos procesos, contribuyen a la comisión y persistencia del delito violento, siendo particularmente vulnerables a estímulos emocionales de valencia negativa. Múltiples trabajos han notado que la meditación promueve el desarrollo del FE, favoreciendo cambios en la actividad eléctrica cerebral (EEG) relacionados con procesos cognitivos y de regulación emocional. Ante la carencia de estudios que aborden desde una perspectiva conductual y fisiológica los efectos de la meditación en poblaciones carcelarias jóvenes, se desarrolló una investigación cuyo objetivo fue determinar el efecto de la meditación en el FE ante estímulos emocionales y en la actividad EEG de jóvenes infractores. Se evaluó en dos momentos (pre y post tratamiento) el FE (con estímulos neutros y emocionales) y la actividad EEG (en reposo y meditación) de 40 varones infractores con edades de 16 a 23 años, formando 2 grupos (tratamiento y control) con 20 participantes cada uno. El grupo tratamiento cursó un entrenamiento en meditación (10 sesiones), el grupo control permaneció en lista de espera. El grupo tratamiento mostró una reducción en la cantidad de errores en tareas que evalúan el control inhibitorio, incluso en presencia de estímulos aversivos. Así como una elevación en la potencia relativa de alfa 1 y de la correlación en regiones frontales en los ritmos theta y alfa 1. Los resultados sugieren un efecto positivo de la meditación sobre el control inhibitorio y en la actividad EEG de jóvenes infractores, favoreciendo procesos de relajación y focalización implicados en el desempeño cognitivo de alto orden y la regulación del comportamiento y la emoción.

ABSTRACT

More than half of juvenile offenders committed violent crimes and about 30% reoffend in criminal acts. Studies have identified that deficits in executive functioning (EF) and brain activity abnormalities in regions involved in these processes, contribute to the commission and persistence of violent crime, being particularly vulnerable to negative emotional stimuli. In recent years, behavioral science has noticed that meditation promotes EF's development, generating changes in brain's electrical activity (EEG) related to cognitive processes and emotional regulation. As far as we know, there are still no studies that have explored the effects of meditation from a behavioral and physiological perspective in young prison populations. In order to solve this deficiency, a research project was designed with the objective of determining the effect of meditation on the executive functioning and EEG activity of young offenders. Executive functions (with neutral and emotional stimuli) and EEG activity (at rest and during meditation) were measured in 40 young (aged 16-23 years) male offenders in two phases (pre- and post-treatment). Twenty participants were randomly assigned to a group that underwent a 10-week meditation training (1 hour session per week) and 20 to a wait-list control group. Young offenders who participated in the meditation training showed fewer errors on inhibitory control tasks, even in the presence of aversive stimuli. As well as higher alpha 1 relative power over right frontal sites during rest, and frontal correlation in theta and alpha 1 during both conditions (at rest and during meditation). The results suggest a positive impact of meditation on the inhibitory control and EEG activity of young offenders, favoring relaxation and attention processes involved in high-order cognitive performance and the regulation of behavior and emotion.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	2
1. INTRODUCCIÓN	7
2. ANTECEDENTES	11
2.1 Violencia y población juvenil	11
2.2 Jóvenes Infractores.....	14
2.2.1 Adolescencia	14
2.2.2 Características de jóvenes violentos.....	16
2.2.2.1 Contexto.....	17
2.2.2.2 Conducta y emociones.....	18
2.2.2.3 Cognitivas	19
2.2.2.4 Neurobiológicas	20
2.2.2.4.1 Neurotransmisores y hormonas	21
2.2.2.4.2 Estructuras y actividad cerebral	25
2.2.2.4.3 Conexiones cerebrales	28
2.2.2.4.4 Actividad Electroencefalográfica	30
2.3 Funciones Ejecutivas	33
2.3.1 Tipos	34
2.3.2 Corteza prefrontal y funciones ejecutivas	36
2.3.3 Funciones ejecutivas y emoción	37
2.3.4 Control inhibitorio.....	39
2.3.4.1. Control inhibitorio motor.....	42
2.3.5 Funcionamiento ejecutivo en infractores	44
2.4. Meditación	48
2.4.1 Meditación sobre la conducta y procesos psicológicos	51
2.4.2 Meditación y cerebro	54
2.4.3 Meditación e infractores.....	58
2.5 Actividad Electroencefalográfica	61
2.5.1 Análisis EEG.....	65
2.5.2 Actividad EEG y Meditación	66
2.5.3 Potenciales relacionados a eventos y meditación	71

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	74
4. OBJETIVOS	76
4.1 General	76
4.2 Específicos	76
5. HIPÓTESIS	76
5.1 General	76
5.2 Particulares	77
6. MÉTODO.....	78
6.1 Diseño de la investigación.....	78
6.2 Variables.	78
6.2.1 Independientes	78
6.2.2 Dependientes	79
6.3 Participantes.....	79
6.4 Instrumentos.....	81
6.4.1 Selección de la muestra	81
6.4.2 Caracterización de la muestra	82
6.4.3 Experimentales	83
6.4.4 Registro y análisis EEG.....	94
6.4.5 Tratamiento	95
6.5 Procedimiento	98
6.7 Análisis estadístico.....	100
7. RESULTADOS	102
8. DISCUSIÓN.....	122
9. CONCLUSIONES	144
REFERENCIAS.....	146
ANEXO 1. Selección de participantes.....	180
ANEXO 2. Resultados obtenidos en las tareas de control inhibitorio.....	181
ANEXO 3. Dictamen del comité de ética al proyecto de investigación	185

1. INTRODUCCIÓN

En México, la violencia se ha intensificado de unos años a la fecha, así lo reflejan las cifras anuales de homicidios, siendo la participación de poblaciones jóvenes una constante en delitos asociados a la violencia (Banco Mundial, 2012; INEGI, 2018). Se estima que tan solo en el 2015, ingresaron cerca de 7,785 adolescentes a centros de tratamiento juveniles (INEGI, 2015), y que cerca del 30% reincide en actos delictivos.

Lo anterior ha despertado el interés de la sociedad científica por estudiar las características de los jóvenes infractores y detectar factores que puedan favorecer la prevención de su reincidencia en delitos asociados a la violencia.

A partir ello, estudios de neurociencia han reportado anomalías neurobiológicas y anátomo-funcionales en estructuras y circuitos que involucran a la corteza prefrontal, la amígdala y otras áreas límbicas, es decir, estructuras que favorecen la comprensión de las emociones de los demás y la regulación de la conducta y emoción propia. En ese sentido, los jóvenes infractores suelen tomar decisiones carentes de evaluación moral e ignorando las consecuencias de sus actos sobre otros individuos (Moll, Oliveira-Souza & Zahn, 2008; Prinz, 2006; Lane et al., 2010; Koenigs et al., 2011).

Complementando lo anterior, estudios de electrofisiología han evidenciado alteraciones en la actividad eléctrica cerebral de dichos individuos, caracterizadas por un incremento en la actividad frontal de la banda alfa sobre el hemisferio izquierdo (en comparación con el hemisferio derecho) (Harmon-Jones, 2003; Harmon-Jones & Sigelman;

2001), y un aumento en la actividad de ondas lentas (delta) sobre regiones temporales (Gatzke-Kopp et al., 2001; Lindberg et al., 2005).

Las variaciones mencionadas en la estructura, función y actividad cerebral de los jóvenes infractores vienen asociadas con déficits en la conducta (Daderman, 1998; Rey-Anacona, 2003; Bonilla & Fernández, 2006), la afectividad (Marsh & Blair, 2008; Leist & Dadds, 2009) y la cognición (Chretien & Persinger, 2000; Arango, Puerta & Pineda, 2008).

En particular, se ha enfatizado que las alteraciones en el funcionamiento ejecutivo que presentan los adolescentes infractores resultan cruciales para la aparición y persistencia de rasgos violentos y/o delictivos (Blair, Mitchell & Blair, 2005; Séguin, Sylvers & Lilienfeld, 2007), incluso, se ha argumentado que déficits en el funcionamiento ejecutivo contribuyen a que el joven reincida en actos delictivos (Miura & Fuchigami, 2016), ya que reflejan el control cognitivo del pensamiento, la acción y la emoción (Zelazo & Muller, 2002). En ese tenor, se han registrado perturbaciones en funciones ejecutivas, como la fluidez verbal, el control inhibitorio, la planificación, el juicio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva (Giancola et al., 1996; Rodríguez, González & Herrera, 2006; Trujillo, Pineda & Puerta, 2007; Syngelaki et al., 2009; Zou et al., 2013, Vilá-Ballo et al., 2014, Vilá-Ballo et al., 2015) en jóvenes infractores.

Recientemente, diversa literatura ha propuesto que la meditación es una práctica que puede mejorar el funcionamiento ejecutivo. Pues la observación detallada de las sensaciones del cuerpo, emociones y pensamientos que promueve la meditación parece romper con la tendencia a responder de manera automática, hecho del cual resultan beneficiados ciertos procesos cognitivos como lo son la inhibición de respuestas inapropiadas, la regulación

emocional y el funcionamiento ejecutivo en general (Bishop et al., 2004). Algunos estudios que han explorado el impacto de programas de intervención basados en meditación sobre diversas funciones ejecutivas, sugieren efectos favorables sobre el desempeño de individuos sanos y dependientes de sustancias en tareas de control inhibitorio, flexibilidad, fluidez verbal, memoria de trabajo y planeación (Hereen et al., 2009; Sahdra et al., 2011; Fan et al., 2014; Valls-Serrano et al., 2016), así como variaciones anátomo-funcionales en estructuras cerebrales que subyacen el funcionamiento ejecutivo y la regulación emocional (Holzel et al., 2011; Desbordes et al., 2012; Holzel et al., 2013; Pickut et al., 2013).

Además, se ha sugerido que el entrenamiento en meditación fomenta cambios en la actividad EEG asociados con mayores niveles de alertamiento, atención, conciencia y bienestar; presentándose no sólo en estados meditativos, sino también en fase de vigilia continua (Medina et al., 1999; Saggar et al., 2012; Howells et al., 2012).

Tomando en cuenta lo anterior, y ante la carencia en México de programas en materia de prevención de reincidencia en jóvenes infractores, que cuenten con evaluación científica, el presente trabajo evaluó el efecto de un programa de meditación en el funcionamiento ejecutivo de jóvenes infractores, así como en la actividad electroencefalográfica.

Se considera que los datos arrojados por este proyecto pueden favorecer los siguientes aspectos:

a) Proponer un modelo de intervención con un sustento teórico sólido que mejore el funcionamiento ejecutivo y favorezca la reintegración de jóvenes que hayan cometido un delito violento.

b) Aportar evidencia neurocientífica que respalde el modelo de intervención propuesto.

c) Determinar si el programa de meditación puede modificar la actividad EEG de jóvenes infractores.

En primera instancia se revisan los antecedentes, iniciando por el concepto de violencia, así como su prevalencia, el perfil de los menores que cometen delitos violentos y sus características a nivel cognitivo, emocional y conductual. Posteriormente, se abordan las funciones ejecutivas, partiendo de su definición, para seguir con los distintos componentes que la conforman, de igual manera se revisa la relación entre las funciones ejecutivas y los lóbulos frontales, así como del funcionamiento ejecutivo en infractores.

En un tercer momento, se habla de la meditación, partiendo de su definición, así como sus efectos y los patrones de actividad EEG relacionados a los a estados meditativos y entrenamientos basados en dicha práctica.

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

2. ANTECEDENTES

2.1 Violencia y población juvenil

La violencia es un fenómeno que puede definirse como el uso intencional de la fuerza física o el poder, como amenaza o acción efectiva, contra sí mismo, contra otra persona o en contra de un grupo o comunidad, ya sea que produzca o tenga una alta probabilidad de producir una lesión, la muerte, daño psicológico, mal desarrollo o privación de las personas agredida (OPS, 2002). El ejercicio exacerbado de la violencia física a menudo cae en el territorio del delito, entendiendo por delito a “una acción u omisión ilícita expresamente descrita por la ley bajo la amenaza de una pena o sanción criminal” (Instituto de Investigaciones Jurídicas, 2002).

La Organización Mundial de la Salud estima que cada año más de 1.3 millones de personas pierden la vida como consecuencia de la violencia (en todas sus formas), por lo que representa la cuarta causa de muerte a escala mundial (OMS, 2016). En este rubro, se estima que América presenta el segundo mayor índice de homicidios, sólo por debajo de África (OPS, 2002).

En México, la violencia se ha intensificado de unos años a la fecha, así lo reflejan las cifras anuales de homicidios, las cuales han aumentado desde los 14,006 registrados en el año 2008, hasta los 36,685 registrados en el 2018 (figura 1), ocupando el estado de Jalisco la cuarta posición a nivel nacional con 2,773 homicidios (INEGI, 2018).

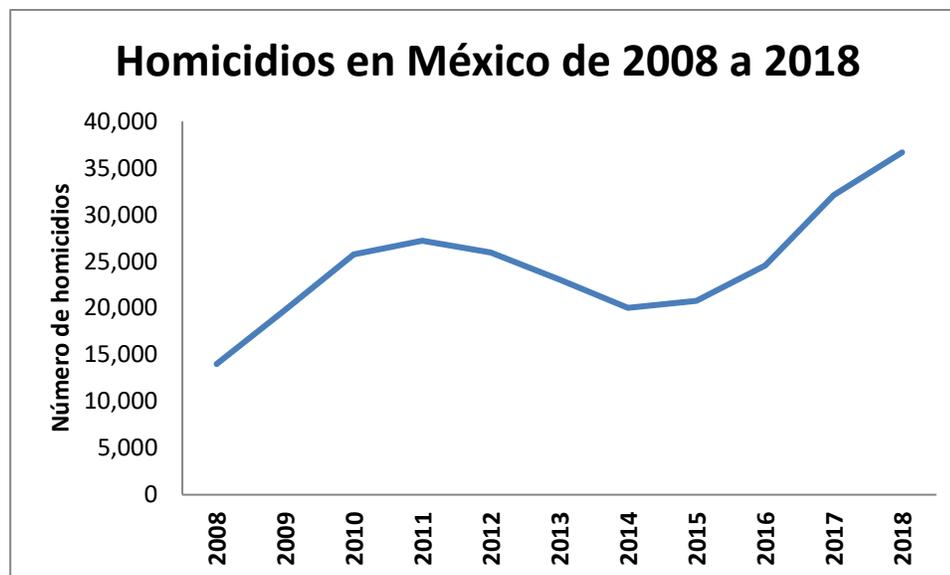


Figura 1. Homicidios en México de 2008 a 2018. Elaboración propia con datos de homicidios del INEGI (www.inegi.org.mx).

A pesar de las cifras mostradas, la cantidad de muertes violentas sólo reflejan una parte del problema, pues además de tener repercusiones sobre el bienestar de millones de personas, los costos económicos directos e indirectos de la violencia se estiman en miles de millones de dólares, lo cual representa una parte importante del producto interno bruto (ICESI, 2011).

La creciente ola de violencia que ha vivido el país en los últimos años ha conllevado un aumento en la atención al control del delito y con ello, un incremento importante en el número de personas en prisión. Además, la violencia representa también un gasto exorbitante para la economía de las familias, el INEGI (2017) estimó que, en el 2016, el costo total a consecuencia de la inseguridad y el delito en hogares representó un monto de 229.1 mil millones de pesos, es decir, 1.1% del PIB. Lo cual equivale a un promedio de 5,647 pesos por persona afectada por la inseguridad y el delito.

Los eventos violentos tienden a ser constantes entre la población joven, quienes a menudo suelen fungir como responsables y víctimas de la violencia (Banco Mundial, 2012). Se estima que, en los últimos años, México ha experimentado un incremento de la participación juvenil en conductas violentas y/o delictivas; se estima que hacia el 2016, 34.7% de la población reclusa en todo el país estaba comprendida en el rango de edad de 18 a 29 años (INEGI, 2017b). A pesar de ello, en el 2017 existían sólo dos estudios que describen demográficamente la población adolescente que se encuentra reclusa por haber cometido un delito grave en México, el primero fue publicado en el 2015 (Azaola, 2015) y recolecta datos de 278 jóvenes reclusos en los estados de Coahuila, Morelos, Hidalgo y Sinaloa; reportando el robo con violencia (35%) como el delito con mayor prevalencia en dicha población, seguido del homicidio (22%).

El segundo se publicó en el 2017 (CNDH, 2017), comprende datos de 730 adolescentes de 17 entidades representativas a lo largo del país y señala al homicidio como el de mayor prevalencia (34%), seguido del robo con violencia (24%). Además, se estima que, del total de ingresos a los centros de detención, cerca del 27% son reincidentes (2017b).

En Jalisco, al menos el 15.2% de los jóvenes de entre 15 y 29 años, han portado alguna vez un arma, han estado en una pandilla violenta, han cometido actos de vandalismo asociados a la violencia o han tenido problemas con la policía (INEGI, 2014).

Lo anterior pone de manifiesto que el problema no reside exclusivamente en la comisión de actos violentos, sino también en la reincidencia de esta conducta, ya que, por ser juzgados como adolescentes infractores, las sentencias suelen ser relativamente cortas y los jóvenes se enfrentan al reto de readaptarse a su entorno con una bagaje limitado de

herramientas académicas, cognitivas, afectivas y sociales; esto ha planteado la necesidad y con ello, el interés de las ciencias del comportamiento por estudiar los factores que propician este tipo de conductas y las características de los jóvenes infractores, de manera que permitan diseñar estrategias de intervención basadas en evidencia (Secretaría de Seguridad Pública, 2005).

A continuación, se abordará el contexto y las características conductuales, emocionales, cognitivas y neurobiológicas que se han estudiado en relación al comportamiento violento y/o delictivo y los jóvenes infractores.

2.2 Jóvenes Infractores

2.2.1 Adolescencia

Antes de profundizar en las particularidades de los jóvenes infractores, resulta pertinente tener en cuenta ciertos aspectos que implica la etapa de vida que cursan. La adolescencia, por sí misma, es una etapa que plantea ciertos atributos y momentos críticos en el desarrollo, pues supone un periodo fundamental para la maduración del encéfalo, donde la plasticidad puede favorecer un incremento en su capacidad para organizar, regular impulsos, estimar riesgos y recompensas; a su vez, dicha etapa también se caracteriza por ser un periodo de vulnerabilidad e inestabilidad para el individuo, por lo que factores adversos como trauma, estrés crónico, abuso de drogas y estilos de vida sedentarios pueden tener un impacto negativo durante este periodo sensible de maduración cerebral (Arain et al., 2003; Dahl, 2003).

La antesala de la adolescencia supone una etapa de crecimiento neuronal, favoreciendo procesos de "re conexión" (poda dendrítica y mielinización) que van desde la pubertad hasta los 25 años (aproximadamente); produciendo un decremento en la materia gris y un incremento en la materia blanca de la corteza frontal, parietal (Barnea-Govaly et al., 2005; Giedd et al., 1996, 1999; Sowell et al., 2001), el fascículo arqueado izquierdo (Paus et al., 1999) y el cuerpo calloso (Barnea-Govaly et al., 2005; Giedd et al., 1999).

Dichos cambios anatómicos suelen reflejarse en la maduración de procesos ejecutivos dependientes de áreas prefrontales como el control inhibitorio (Leon-Carrion, García-Orza & Pérez-Santamaría, 2004; Luna et al. 2004), la memoria de trabajo y la toma de decisiones (Luciana et al., 2005; Hooper et al., 2004); así como en mecanismos involucrados en el procesamiento y reconocimiento de estímulos emocionales (Crookes & Mckone, 2009; Lawrence et al., 2015; Scherf, Smyth & Delgado, 2013).

Como se mencionó anteriormente, la ventana de desarrollo que supone la juventud también encarna una fase de inconsistencia, pues durante este periodo ciertas hormonas gonadales estimulan de manera acelerada la actividad del sistema límbico, esto se empalma con un relativo retraso en la maduración de los sistemas prefrontales encargados del control y la regulación de la conducta; favoreciendo la expresión de conductas afectivas y apetitivas, como la conducta sexual y la intensidad emocional (Dahl, 2004); por ende, el adolescente es propenso a involucrarse en conductas de riesgo como conducir bajo los efectos del alcohol, el uso de sustancias ilegales, la práctica de relaciones sexuales sin protección y la elección de opciones poco favorables (en comparación con adultos) (Baird, Fugelsang & Bennett, 2005; Eaton et al., 2006).

A nivel cerebral, la amígdala juega un papel protagónico en esta etapa, pues cuenta con receptores a hormonas (Clark et al., 1988; Rubinow & Schmidt, 1996; Roselli, Klosterman & Rosko, 2001), las cuales no sólo son capaces de modular su activación (van Wingen et al., 2009; Bos et al., 2013), sino también su conexión funcional con otras áreas del encéfalo (Volman et al., 2011). A través de la adolescencia, la amígdala experimenta un incremento en su volumen (materia gris) (Ostby et al., 2009; Greimel et al., 2013; Gogtay et al., 2004), así como en su activación (Malter Cohen et al., 2013); siendo más sensible a la presencia de estímulos con contenido emocional (Hare et al., 2008; Guyer et al., 2008).

De manera análoga, la adolescencia alude a una hiperactivación ante escenarios estresantes (Scherf, Smyth & Delgado, 2013), pues distintos trabajos han señalado un alza en los niveles de cortisol tanto en condiciones basales, como ante situaciones de estrés en poblaciones adolescentes (Adam, 2006; Gunnar et al., 2009).

Lo hasta ahora descrito, responde a fases y procesos del desarrollo "normal" que supone la etapa adolescente. Sin embargo, la población estudiada en el presente trabajo presenta ciertas particularidades anexas al perfil juvenil, las cuales se abordan en la siguiente sección.

2.2.2 Características de jóvenes violentos

El joven infractor frecuentemente tiene que lidiar con adversidades agregadas al periodo de la adolescencia y desde edades tempranas. En este trayecto, algunas peculiaridades del entorno pueden contribuir de importante manera al establecimiento del perfil infractor que se describe en el presente apartado. Antes de esto, echemos un vistazo a los contextos donde suelen forjarse dichos perfiles.

2.2.2.1 Contexto

Dentro de la naturaleza del ser humano se encuentra la capacidad de mostrar altas o bajas tasas de conductas agresivas que varían en intensidad como en condición biológica y natural para defenderse él mismo, a los suyos o a su territorio (Bonilla & Fernández, 2006). Cuando a esta condición biológica le acompañan factores de riesgos socioculturales, políticos, económicos y personales, se incrementa la posibilidad de tornarse en agresividad descontrolada o violencia (Sanmartín, 2002).

En ese sentido, podemos entender como factores de riesgo aquellas variables que pueden favorecer el desarrollo de conductas violentas y/o delictivas en los jóvenes (Hein, 2000). Es importante mencionar, que no se habla de una relación lineal entre dichos factores y las conductas violentas, sino de situaciones contextuales o personales que, al estar presentes, incrementan la probabilidad de desarrollar problemas emocionales, conductuales o de salud; que, a su vez, promueven la ocurrencia de desajustes adaptativos y tienden a expresarse en conductas agresivas y/o que transgreden las normas sociales de convivencia (Baron & Hartnagel, 1997).

Los factores de riesgo a los que a menudo se enfrenta un menor suelen ser de diferentes tipos: de carácter psicológico (baja autoestima, escasas habilidades de afrontamiento, ansiedad, impulsividad, baja tolerancia a la frustración, rigidez cognitiva y locus de control externo), de carácter familiar (inestabilidad, estilos parentales inadecuados y modelos inapropiados), de tipo social (entorno conflictivo, exposición a modelos antisociales, acceso a sustancias tóxicas y escasas redes de apoyo social) y otros factores como el desempleo, la inactividad y el ausentismo escolar (Sánchez-Teruel, 2012).

Se ha sugerido que fenómenos como el maltrato infantil y otras formas de violencia temprana son los factores más relacionados con la incursión posterior de las víctimas en conductas violentas y/o delictivas (Varden, 2003), aumentando en un 53% la probabilidad de arresto en la juventud y en un 38% la comisión de un crimen violento (citado en Acero, Córdoba & Castañeda, 2007). De igual manera, el comportamiento violento/delictivo se ha relacionado con estilos de crianza autoritarios, basados en el castigo corporal (Frick, Christian & Wooton, 1999; Toupin et al., 2003), falta de supervisión paterna (Frick et al., 1999), inconsistencia en la aplicación de disciplina (Baker, 2008; Harrington & Maskey, 2008), depresión materna y paterna (Ohannessian et al., 2005) y circunstancias familiares adversas como bajos ingresos económicos, alcoholismo paterno y observación de violencia doméstica (Baker, 2008; Evans, Davis & DiLillo, 2008; Toupin et al., 2003).

Al margen de las consecuencias inmediatas que las conductas antisociales tienen para los propios jóvenes y las víctimas de éstos, los resultados a largo plazo son de una gravedad considerable (Sánchez-Teruel, 2012), a continuación se revisan algunas características que se han asociado a jóvenes que presentan comportamientos violentos y/o delictivos.

2.2.2.2 Conducta y emociones

Diversa literatura ha sugerido un nexo entre los jóvenes infractores y diversas alteraciones en conducta y emociones, pues asiduamente presentan comportamientos agresivos y en contra de las normas sociales (Fairchild et al., 2008; Carrington & Masque, 2008; Toupin, Dery, Pauze, Mercier & Fortin, 2003), escasa (o nula) empatía con sus pares (Rey-Anacona, 2003), rasgos de impulsividad y extroversión (Daderman, 1998); así como

apatía, labilidad emocional y tendencias a basar su interacción con el ambiente en la agresividad e ira (Bonilla & Fernández, 2006).

Estos jóvenes suelen presentar rasgos antisociales, e incluso pueden desarrollar diversos trastornos de personalidad (Vega-Cauich & Dzib-Aguilar, 2015). Estudios variados, han mostrado una alta prevalencia de trastornos de abuso de sustancias, trastornos de la conducta (Teplin & colaboradores, 2002), depresión (Ulzen & Hamilton, 1998; Beve et al., 2003), trastornos de estrés postraumático (Abram et al., 2003; Vermeiren, 2003) y ansiedad en adolescentes infractores (Lexcen & Redding, 2002; Teplin et al., 2002; Roesch, 2007).

Aunado a lo anterior, se sabe que los jóvenes en conflicto con la ley suelen padecer alteraciones en el procesamiento y regulación de las emociones, dificultando su interacción con sentimientos negativos intensos (Bielas et al., 2016), así como el reconocimiento de distintas emociones en estímulos faciales (Marsh & Blair, 2008; Leist & Dadds, 2009).

2.2.2.3 Cognitivas

En el plano cognitivo, múltiples trabajos han evidenciado carencias en habilidades relacionadas a la atención, concentración, funciones viso-espaciales, memoria, lenguaje, lecto-escritura y cálculo (Rodríguez, González & Herrera, 2006; Trujillo, Pineda & Puerta, 2007; Pascual & Sañias, 2009; Lansing et al., 2014) en infractores juveniles. Por lo anterior, no sorprende encontrar un bajo rendimiento académico (Richardson et al., 2015) y alteraciones en habilidades verbales (Déry et al., 1999) en dichos individuos. Sin embargo, la importancia de estas deficiencias va más allá del ámbito escolar y laboral, pues se ha propuesto que procesos cognitivos como la atención pueden favorecer el manejo de estados emocionales negativos y comportamientos impulsivos asociados con ellos (Posner &

Rothbart, 2007). Incluso, se ha sugerido una estrecha relación entre estas alteraciones con dificultades para asumir los valores aceptados socialmente, lo que suele traducirse en la transgresión constante de las normas establecidas y en un patrón general de desprecio y violación de los derechos de los demás (Alcázar-Córcoles, Verdejo-García, Bouso-Saiz & Bezos-Saldaña, 2010). De esta manera, es posible comprender la forma en que perturbaciones en procesos cognitivos considerados "básicos" favorecen el proceder delictivo.

Avanzando en la complejidad de los procesos cognitivos, individuos infractores experimentan con frecuencia inconvenientes en la solución de problemas y previsión de las consecuencias que sus actos tienen en las demás personas, lo cual dificulta sus relaciones interpersonales y sociales (Chretien & Persinger, 2000; Arango, Puerta & Pineda, 2008). A su vez, diversas publicaciones advierten cuantiosas deficiencias en funciones ejecutivas (Blair, Mitchell & Blair, 2015) como la memoria de trabajo y el control inhibitorio, vinculándolas con el desarrollo y mantenimiento de la acción violenta (Morgan & Lilienfeld, 2000).

2.2.2.4 Neurobiológicas

Es posible entender gran parte de lo anterior desde una perspectiva neurobiológica, pues un cuerpo creciente de literatura ha descrito distintas alteraciones en niveles de neurotransmisores y hormonas neuroendocrinas, así como en la estructura y función de circuitos cerebrales que subyacen la expresión de conductas violentas y/o delictivas (Alcázar-Córcoles et al., 2010). A continuación, se presenta un recuento de las características neurobiológicas y estructurales de los menores infractores.

2.2.2.4.1 Neurotransmisores y hormonas

Aunque se ha teorizado sobre la predisposición genotípica que favorece la manifestación de conductas violentas y delictivas, también se ha postulado que estos no determinan en su totalidad la expresión o no expresión de dichos comportamientos, pues los factores ambientales también juegan un papel importante en el desarrollo del cerebro y la conducta (Baker, 2004), siendo un ejemplo de ello, la relación entre experiencias tempranas de estrés crónico con el comportamiento agresivo. En primera instancia, el estrés desencadena la reacción del hipotálamo, el cual estimula a la glándula pineal para que libere hormonas las cuales, a su vez, estimulan la producción y liberación de cortisol. Éste último, es una hormona que coordina efectos en varios órganos, preparando al cuerpo para enfrentarse a un ataque o a otro estímulo estresante, por tanto, está íntimamente relacionado a la expresión del proceder agresivo (Gómez-Jarabo & López, 1999; Grisolia, 1999).

Al respecto, la literatura ha reportado anomalías en los niveles de cortisol en individuos violentos que han cometido algún delito; estudios realizados con adolescentes han encontrado una relación entre niveles bajos de cortisol (en condiciones basales) y mayores rasgos agresivos/delictivos (McBurnett et al., 2000).

La testosterona es otra hormona ampliamente estudiada en relación con la conducta violenta. Se ha teorizado que la exposición prenatal a altos niveles de dicha hormona puede favorecer que el crecimiento del hemisferio izquierdo sea más lento y produzca una dominancia del hemisferio derecho, lo que ha llevado al planteamiento de la lateralidad relacionada con conductas antisociales (Geschwind & Galaburda, 1985; Moya-Albiol, 2004).

Del mismo modo, se ha hipotetizado que esta hormona pudiera atenuar el efecto modulador que ejerce la corteza prefrontal sobre la amígdala (Volman et al., 2011).

En línea con lo anterior, estudios tanto en monos como en humanos, han asociado de manera positiva niveles de testosterona con tendencias agresivas, dicho patrón se ha reportado tanto en personas que han cometido crímenes violentos, como en individuos con rasgos agresivos, antisociales, impulsivos, adictivos y con tendencias suicidas (Brooks & Reddon, 1996; Giammaco et al., 2005).

Se cree que el cortisol y la testosterona pudieran favorecer la conducta agresiva de manera interdependiente (Rosell & Siever, 2015), pues se ha notado una relación positiva entre los niveles de testosterona y la agresividad en jóvenes violentos que han cometido algún delito, esto en presencia de bajos niveles de cortisol (Popma et al., 2007). La participación de ambas hormonas en el comportamiento agresivo pudiera darse a través de la modulación del circuito amígdala-corteza prefrontal, el cual está involucrado en el procesamiento de la amenaza social (Rosell & Siever, 2015).

Otra hormona inmiscuida en el estudio del comportamiento agresivo y/o delictivo, es la vasopresina, esto se debe a que diversas investigaciones han sugerido un rol neuro-modulador de dicha hormona sobre diversas conductas sociales, siendo una de ellas el comportamiento agresivo. Estudios en roedores han reportado un incremento en el comportamiento agresivo en respuesta a la administración de vasopresina y decremento de dicha conducta en respuesta a sus antagonistas (Rosell & Siever, 2015). Trabajos con pacientes impulsivos/agresivos han reportado niveles de vasopresina positivamente correlacionados con niveles de agresividad (Coccaro et al., 1998).

Estudios realizados con humanos, han mostrado que la administración intranasal de vasopresina afecta el procesamiento de la emoción (Uzefovsky et al., 2012; Guastella et al., 2010); a su vez, antagonistas de vasopresina pueden bloquear el efecto de la administración intranasal de vasopresina en la respuesta a estímulos faciales de enojo en la amígdala derecha y otras regiones corticales asociadas al procesamiento de información social (Lee et al., 2013).

Uno de los neurotransmisores más estudiados en el área del comportamiento agresivo es la serotonina, ésta se origina en los núcleos del rafe y asciende a la amígdala, el hipocampo, hipotálamo, septum, estriado y todas las áreas de la neocorteza. Aunque la relación del sistema serotoninérgico con el comportamiento agresivo surge de estudios con modelos animales (Malick & Barnett, 1976), diversos estudios en humanos han reforzado su implicación en la regulación del comportamiento violento. Por ejemplo, se ha reportado un decremento en la conducta agresiva en individuos con trastornos de la personalidad ante la administración de fluoxetina (inhibidor de la recaptura de serotonina), este efecto parece ser independiente de los efectos anti-depresivos y ansiolíticos de dicho fármaco (Coccaro et al., 1990; Coccaro & Kavoussi, 1997). Por el contrario, se ha observado un incremento de respuestas agresivas en varones sanos cuando se elimina el triptófano (aminoácido precursor de serotonina) de la dieta (Carpenter et al., 1998; Williams et al., 1999).

Se ha planteado que el sistema serotoninérgico interviene en la regulación del comportamiento agresivo a través de redes que involucran la amígdala, áreas ventro-mediales de la corteza prefrontal y el estriado, ya que se ha notado una menor actividad de la corteza orbitofrontal durante la inhibición de respuestas motoras (Rubia et al., 2005), además, se

piensa en dicho sistema como un intermediario entre la amígdala y áreas prefrontales en el procesamiento de estímulos faciales de enojo (Passamonti et al., 2012a).

Por lo anterior, se han vinculado bajos niveles de serotonina a problemas en el control de impulsos y comportamientos agresivos tanto en adultos como en adolescentes (Stoff et al., 1987; Gómez-Jarabo & López, 1999; Bonilla & Fernández, 2006).

Otra red que suele relacionarse con el comportamiento agresivo es la dopaminérgica, ésta funciona como un mecanismo de aproximación y está involucrada en la activación conductual, la conducta motivada, la toma de decisiones, el procesamiento de la recompensa y procesos cognitivos de alto orden (Everitt & Robbins, 2000; Ikemoto & Panksepp, 1999; Rosell & Siever, 2015).

Estudios en modelos animales han asociado hiperactividad en el sistema dopaminérgico con aumento en la agresión impulsiva (Harrison, Everitt & Robbins, 1997). En humanos, Buckholtz y colaboradores (2010) han generado evidencia que apoya la implicación del sistema de recompensa y la dopamina en la expresión de rasgos psicopáticos que suelen presentar los menores infractores; demostrando una correlación entre la liberación de dopamina en el núcleo accumbens inducida por anfetamina y niveles de impulsividad en individuos con rasgos psicopáticos.

Se sabe que el sistema dopaminérgico interactúa anatómica y funcionalmente con el sistema serotoninérgico (Kapur & Remington, 1996), teniendo este último un efecto modulador sobre el primero; por consiguiente, la función serotoninérgica deficiente puede provocar hiperactividad del sistema de dopamina, promoviendo el comportamiento impulsivo (Seo & Patrick, 2008). Esta relación puede explicar las disfunciones concurrentes

de serotonina y dopamina en individuos con agresión impulsiva. Pues trabajos con modelos animales han descrito un descenso en los niveles de serotonina e incremento de dopamina prefrontal durante y después de combate (Van Erp & Miczek, 2000).

2.2.2.4.2 Estructuras y actividad cerebral

Además de las hormonas y neurotransmisores mencionados, múltiples regiones encefálicas presentan variabilidad asociada al comportamiento violento y/o delictivo. A continuación, se presentan algunas de las principales.

Estudios de imagen han puntualizado diferencias en la estructura y función de múltiples regiones corticales en individuos que cometen crímenes violentos (Fitzgerald & Demakis, 2007; Morgan & Lilienfeld, 2000; Sapolsky, 2004; Weber et al., 2008). Algunas de ellas tienen que ver con menores volúmenes en regiones frontopolares, orbitofrontales y corteza del cíngulo; las cuales participan en procesos metacognitivos (Oliveira-Souza et al., 2008), toma de decisiones y control inhibitorio, respectivamente (Blair, 2010:2004; Fahim, 2011; Oliveira-Souza et al., 2008; Müller et al., 2008; Gao et al., 2009; Wagner et al., 2011; Boes et al., 2008; Ducharme et al., 2011).

Fairchild y colegas (2011) compararon los volúmenes de materia gris en diversas estructuras cerebrales de adolescentes agresivos e individuos controles, demostrando menor volumen en la materia de gris de los jóvenes con rasgos agresivos en la parte ventral de la ínsula, la CPF dorsomedial, el giro temporal inferior y la corteza orbitofrontal, todos en el hemisferio izquierdo. En otro estudio, Sterzer y colaboradores (2007) indicaron un menor volumen de la materia gris en la ínsula de adolescentes con rasgos agresivos en comparación con jóvenes controles. Los autores relacionaron dicho hallazgo con la expresión de conductas

violentas y señalando una relación positiva entre el volumen (de la materia gris) de la ínsula anterior e índices de empatía. En esa dirección, Gregory y colaboradores (2012) observaron menores volúmenes de sustancia gris en la parte anterior rostral de la CPF y en los polos temporales (áreas 10 y 20/38 de Broadmann, respectivamente) de individuos agresivos.

A pesar de que la mayoría de las alteraciones corticales se han reportado en áreas prefrontales, un estudio encabezado Hyatt, Haney-Caron y Stevens (2012) mostró una reducción en el grosor de regiones posteriores en adolescentes violentos, incluyendo las áreas superiores de los lóbulos parietal y temporal de ambos hemisferios. Lo anterior vino a ser reforzado por Wallace y colaboradores (2014), quienes encontraron un menor grosor en las cortezas parietal y temporal de adolescentes agresivos.

En adición a la estructura, la actividad cerebral de los jóvenes infractores también suele mostrar algunos pormenores. Trabajos realizados con la técnica de Tomografía de Emisión por Positrones (PET), han revelado un hipo metabolismo en la corteza prefrontal (Raine, 1999; Glannon, 2005) de individuos con rasgos antisociales (como lo suelen ser los menores infractores), mientras que estudios con resonancia magnética funcional han permitido identificar anomalías en el funcionamiento de la CPF durante el procesamiento de estímulos afectivos (Kiehl et al., 2001).

Otras publicaciones han vinculado comportamientos agresivos con déficits en la función de la CPF ventromedial, la cual está implicada en la regulación de la emoción, así como en la toma de decisiones basada en estados emocionales (Contreras et al., 2008; Dolan & Park, 2002; Motzkin et al., 2011; Raine & Yang, 2006).

En jóvenes violentos, se ha documentado una hipoactividad de la CPF ante la recompensa (Rubia et al., 2009), y respuestas anormales de dicha área durante el procesamiento de emociones en estímulos faciales (Passamonti et al., 2010). Así como hipoactivación en la corteza del cíngulo anterior durante tareas de procesamiento emocional (Li et al., 2005; Stadler et al., 2007), empatía (Lockwood et al., 2013; Dalwani et al., 2011), control inhibitorio (Zald, 2007) y atención (Rubia et al., 2009).

En adición a las alteraciones corticales, perturbaciones en la anatomía y función de la amígdala contribuyen a la expresión de conductas agresivas y/o delictivas. Esto se debe a su implicación en correlatos fundamentales para el control de la conducta, como la regulación del miedo, la respuesta emocional (De Lisi, Umphress & Vaughn, 2009) y el aprendizaje social (Blair, 2004; 2006; 2010; Gao et al., 2009; Glenn, Raine & Schug, 2009; Raine & Yang, 2006; Weber et al., 2008).

A nivel anatómico, algunos autores han advertido una relación entre agresión y menores volúmenes en la amígdala. Es el caso de Fairchild y colaboradores (2011), quienes reportaron un menor volumen en la materia gris de la amígdala de manera bilateral en adolescentes agresivos. Posteriormente, Bobes y su equipo (2013) confirmó menores volúmenes en la amígdala (bilateral) de individuos clasificados como agresivos en comparación con no agresivos.

Estudios de imagen han encontrado una mayor activación en la amígdala derecha de individuos violentos en respuesta a estímulos aversivos (Lee, Chan & Raine, 2008), sugiriendo carencia de recursos prefrontales necesarios para regular la actividad excesiva de las estructuras límbicas durante la exposición a estímulos negativos. Anteriormente, Coccaro

y colaboradores (2007) ya habían descrito una actividad exacerbada de la amígdala en respuesta a rostros con expresiones emocionales, particularmente ante expresiones faciales de enojo y miedo, lo anterior se encontró en personas agresivas en comparación con individuos controles. De forma semejante, Bobes y colegas (2013), observaron mayor actividad en la amígdala de personas violentas ante estímulos (faciales) de miedo y neutros, en comparación con individuos controles.

Es importante mencionar que los estudios de imagen también han permitido detectar anomalías en otras estructuras que forman parte del sistema límbico como el estriado ventral y formación hipocampal (Kiehl et al., 2001).

2.2.2.4.3 Conexiones cerebrales

Por si lo anterior fuera poco, la implementación de diversas técnicas ha permitido discernir anomalías en conexiones entre regiones encefálicas implicadas en el control de la conducta y la emoción, siendo relevantes para la ejecución de la violencia. Múltiples trabajos apuntan una reducción en la conexión funcional entre la amígdala y áreas de la corteza prefrontal (Jones et al., 2009; Marsh et al., 2008). Esto ha sido evidenciado por Coccaro y colegas (2007), quienes observaron en personas agresivas, una carencia de acoplamiento funcional entre la amígdala y la corteza orbitofrontal ante la presencia de expresiones faciales de enojo en comparación con individuos controles. Del mismo modo, estudios recientes han sugerido anomalías micro estructurales en el fascículo uncinado (tracto de fibras que conecta a la amígdala y a la porción anterior del lóbulo prefrontal con la corteza orbitofrontal) de jóvenes violentos (Sarkar et al., 2012). Dicho hallazgo fue replicado en un estudio subsecuente realizado por Passamonti y colaboradores (2012b), quienes también encontraron

alteraciones microestructurales en la materia blanca del fascículo uncinado; los autores sugieren que esto puede representar perturbaciones en el desarrollo de tractos de materia blanca que resultan fundamentales en la regulación de la conducta emocional.

Situaciones similares se han dado a conocer en múltiples tractos distribuidos en gran parte del cerebro de jóvenes violentos (Haney-Caron, Caprihan & Stevens, 2014), como en aquellos que comunican los lóbulos frontales y parietales, el fascículo fronto-occipital (encargado de conectar áreas prefrontales laterales con occipitales-parietales), y dos tractos que interconectan numerosas regiones corticales a través de redes talámicas. Dichas anomalías pudieran reflejar déficits en el procesamiento de la información social.

Como puede observarse, la mayoría de las alteraciones hasta ahora revisadas en la estructura y función del SNC de individuos agresivos, se asocian generalmente a dificultades para comprender las emociones de los demás, experimentar empatía y culpa, y por lo tanto, suelen tomar de decisiones basados en instrumentalidad y no en una evaluación moral de las consecuencias para otras personas (Moll, Oliveira-Souza & Zahn, 2008; Prinz, 2006; Lane et al., 2010; Koenings et al., 2011).

Aunado a lo anterior, existen diversos estudios de electroencefalografía que han explorado los patrones de actividad eléctrica cerebral en personas que presentan rasgos agresivos y/o delictivos, a continuación, se revisan algunos de los más relevantes.

2.2.2.4.4 Actividad Electroencefalográfica

Desde hace algunos años, múltiples trabajos han sugerido anormalidades en los patrones de actividad electroencefalográfica de infractores violentos (Mednick, Volavka & Gabriellik, 1981; Wong, Lumsden & Fenton, 1994), reportando un exceso en la actividad de ondas lentas (delta) sobre derivaciones frontales y temporales (Volavka, 1990). Estos hallazgos se han replicado con adolescentes (Raine, Venables & Williams, 1990), argumentado que la prevalencia de la actividad lenta durante el reposo puede ser indicio de inmadurez cerebral.

Estudios más recientes, han implementado análisis cuantitativos para comparar la actividad EEG (en reposo) de individuos que han cometido homicidios y sujetos controles, describiendo de manera consistente una mayor potencia en ritmos de actividad lenta (delta y theta) sobre regiones frontales, temporales, centrales, parietales y occipitales de sujetos infractores (Fishbein et al., 1989; Gatzke-Kopp et al., 2001; Lindberg et al., 2005; Calzada-Reyes & Alvarez-Amador, 2009). Lo anterior, ha sido relacionado con la presencia de rasgos psicopáticos, pues se ha encontrado una correlación entre la potencia en ritmos de actividad lenta (en reposo) y puntajes de escalas que exploran psicopatía (Konicar et al., 2021).

Respecto a los hallazgos mencionados, se han formulado diversas hipótesis. Una de ellas apunta que el patrón de “enlentecimiento” reportado en la actividad EEG de sujetos infractores, pudiera reflejar una vigilancia disminuida (Lindberg et al., 2005). De esta manera, los sujetos infractores suelen presentar comportamientos dirigidos a la búsqueda de sensaciones, evidenciando deficiencias en el control inhibitorio y favoreciendo la manifestación de conductas violentas y/o delictivas (Raine et al., 1990; Volavka, 1990).

Otros autores han sugerido que la presencia exacerbada de actividad en frecuencias lentas no solo estaría vinculada a una disminución en el *arousal*, pues también guardaría cierta relación con rasgos de enojo, agresividad y violencia (Decety, Lewis & Cowell, 2015; Convit, Czobor & Volavka, 1991).

Otra de las hipótesis propuestas para explicar los patrones descritos en la actividad EEG de sujetos infractores y violentos, alude a retrasos en la madurez cortical (Raine et al., 1990; Lindberg et al., 2005). Pues se sabe que, durante el transcurso de la infancia a la adolescencia o adultez temprana, ocurren cambios en la actividad EEG caracterizados por una disminución de la potencia relativa del ritmo delta sobre regiones centrales y occipitales, e incremento de de alfa (durante el reposo), caso contrario a lo reportado en infractores (Dustman et al., 1999). Al tomar en cuenta que los cambios citados guardan una estrecha relación con el desarrollo cognitivo y de mecanismos que favorecen la regulación de impulsos (Marek et al., 2018), resulta factible que las características observadas en la actividad EEG de infractores guarden cierto vínculo con carencias en procesos pertinentes a la regulación de la conducta y la emoción.

Lo anterior, ha sido respaldado por diversos trabajos realizados con la técnica de potenciales relacionados a eventos, quienes han reportado de manera consistente una menor amplitud del componente P300 sobre regiones frontales durante la ejecución de infractores y sujetos violentos (jóvenes y adultos) en tareas cognitivas variadas (Bauer & Hesselbrock, 1999; Bauer & Hesselbrock, 2003; Iacono, Malone & McGue, 2003; Bernat et al., 2007). Dicho componente ha sido propuesto en repetidas ocasiones como un indicador del control inhibitorio (Enriquez-Geppert et al., 2010; Huster et al., 2013; Wessel & Aron, 2015) y su

amplitud se ha relacionado de manera inversa con el comportamiento agresivo (Harmon-Jones, Barratt & Wigg, 1997).

Tomando en cuenta los antecedentes mencionados, el exceso de actividad lenta en reposo puede considerarse como un marcador electroencefalográfico de individuos con rasgos criminales, antisociales y/o violentos (Konicar et al., 2021).

De forma contraria a lo reportado en los ritmos delta y theta, múltiples trabajos han descrito una menor potencia en alfa sobre derivaciones centrales, temporales y parietales en sujetos infractores durante el reposo (Fishbein et al., 1989; Convit, Czobor & Volavka, 1991; Lindberg et al., 2005; Calzada-Reyes & Alvarez-Amador, 2009; Calzada-Reyes et al., 2013; Konicar et al., 2021). Esto se ha correlacionado con la presencia de rasgos impulsivos en infractores violentos (Konicar et al., 2021), pues el ritmo alfa suele reflejar procesos de regulación tipo *top-down* y control inhibitorio (von Stein & Sarnthein, 2000; Klimesch, Sauseng & Hanslmayr, 2007).

En adición a lo anterior, algunos estudios han notado una mayor potencia de beta 1 (durante el reposo) sobre regiones frontales, centrales, temporales y parietales en sujetos que han cometido homicidios (Gatzke-Kopp et al., 2001; Calzada-Reyes & Alvarez-Amador, 2009; Calzada-Reyes et al., 2013). Al respecto, se ha sugerido que el incremento de beta en reposo pudiera reflejar una hiperexcitabilidad cortical, pues hallazgos similares han sido reportados en estudios con sujetos adictos e impulsivos (Calzada-Reyes et al., 2013; Saletu-Zyhlarz et al., 2004).

Por otro lado, una serie de estudios ha nutrido la hipótesis que plantea un vínculo entre la agresión impulsiva con una sobre activación relativa (frontal) en el hemisferio

izquierdo (Harmon-Jones, 2003; Harmon-Jones & Sigelman; 2001). Para estudiar dicho planteamiento, Rybak y colaboradores (2006) registraron la actividad EEG de jóvenes impulsivos y agresivos, encontrando un incremento en la activación relativa del frontal izquierdo en comparación con el frontal derecho, dicho incremento se correlacionó de manera positiva con el grado de agresividad.

Posteriormente, Lackner y colegas (2014) encontraron una relación positiva entre los niveles de agresividad y la activación relativa del frontal izquierdo (en reposo) en jóvenes con edades de 12 a 14 años.

Como se ha revisado hasta ahora, el estudio de la actividad EEG en reposo ha evidenciado alteraciones en el procesamiento cerebral de individuos infractores, caracterizadas principalmente por un incremento en la potencia de ritmos lentos y una menor potencia de alfa, lo que pudiera reflejar una hipoactivación e inmadurez cortical, así como deficiencias en la calidad de procesos regulatorios ampliamente relacionados con la CPF. Esta última, es considerada una de las regiones cerebrales con mayor protagonismo en el estudio de la conducta agresiva y/o delictiva, por ende, se ha hecho énfasis en la exploración de funciones asociadas a dichas áreas, como lo son las funciones ejecutivas. A continuación, se profundizará sobre el tema.

2.3 Funciones Ejecutivas

Hablar de funciones ejecutivas supone ciertas dificultades en su definición, ya que no existe un concepto universal por tratarse de un conjunto complejo de procesos que incluso, suelen variar de autor a autor. Sin embargo, es posible entender las funciones ejecutivas como

“un acervo de competencias cognitivas que posibilitan la antelación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas, la selección precisa de los comportamientos y las conductas, la flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y su organización en el tiempo y en el espacio” (Pineda, 2000). Dichas funciones contribuyen a la regulación del pensamiento, emoción, instinto y acción (Posner & Rothbart, 2009).

Por lo anterior, el proceder ejecutivo fundamenta la capacidad del individuo para mediar el conflicto entre emociones en competencia y tendencias de respuesta (Tang et al., 2012), resultando vital en procesos complejos como la toma de decisiones.

2.3.1 Tipos

Para su estudio sistemático, el funcionamiento ejecutivo suele descomponerse en distintos procesos que se interrelacionan. Estos abarcan el control atencional, la flexibilidad mental, el auto monitoreo, la planeación, el control inhibitorio de respuestas preponderantes, la fluidez y la memoria de trabajo (Tang et al., 2012).

A continuación se describen de manera breve los componentes ejecutivos mencionados:

- **Memoria de trabajo:** está representada por la capacidad para mantener y manipular información de forma activa para realizar una acción o resolver problemas (Baddeley, 1990).
- **Flexibilidad mental:** Se refiere a la capacidad para cambiar un esquema de acción o pensamiento en relación a que la evaluación de sus resultados indica que

no es eficiente, o a los cambios en las condiciones del medio y/o de los contextos en que se realiza una tarea específica, requiere la habilidad de inhibir un patrón de respuestas y poder cambiar de estrategia (Robbins, 1998).

- **Control inhibitorio:** permite retrasar o suprimir las tendencias a generar respuestas impulsivas (Matthews, Simmons, Arce & Paulus, 2005).
- **Planeación:** Se define como la capacidad para integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr metas a corto, mediano o largo plazo (Tsukiura, Fujii & Takashi, 2001).
- **Fluidez:** Se refiere a la velocidad y precisión en la búsqueda y actualización de la información, así como en la producción de elementos específicos en un tiempo eficiente.

Los diferentes elementos que conforman el funcionamiento ejecutivo subyacen numerosas destrezas y habilidades necesarias para realizar de manera exitosa casi todas nuestras actividades diarias. Pues permiten romper con rutinas, tomar decisiones, estimar los riesgos de nuestros actos, evaluar posibles consecuencias de nuestros comportamientos, hacer planes a futuro y adaptarnos a situaciones nuevas.

Diversos estudios sugieren robustas asociaciones entre déficits en componentes del funcionamiento ejecutivo y numerosas consecuencias adversas en diferentes aspectos de la vida, tales como niveles altos de agresión, problemas de conducta, conductas antisociales, inatención, TDAH, deserción escolar, depresión y abuso de sustancias durante la infancia y adolescencia (Eigsti et al., 2006; Floyd & Kirby, 2001; Ivanov, Schulz, London & Newcorn,

2008; Mahone & Hoffman, 2007; Moffitt et al., 2011; Perner, Kain & Barchfeld, 2002; Riggs, Blair & Greenberg, 2003).

Se ha observado que un funcionamiento ejecutivo endeble durante la infancia suele predecir un pobre ingreso económico, baja satisfacción laboral, relaciones interpersonales inestables y poca salud física en la etapa adulta; en contraste, un nutrido proceder ejecutivo puede fomentar bienestar y relaciones exitosas, así como consecuencias positivas a nivel social, emocional, conductual, económico y físico (Moffitt et al., 2011). Esto ha originado el interés en desarrollar estrategias que tengan como objetivo potenciar el funcionamiento ejecutivo en la infancia, de manera que éste promueva consecuencias favorables para el individuo en la vida adulta (Duckworth et al., 2012).

Tomando en cuenta lo anterior, es posible sugerir que los déficits en procesos ejecutivos limitan la capacidad del infractor para adaptarse de manera productiva a su entorno social, por lo tanto, la rehabilitación ejecutiva puede ser fundamental para impulsar la reinserción del individuo infractor en su entorno de manera exitosa.

2.3.2 Corteza prefrontal y funciones ejecutivas

Tradicionalmente, las funciones llamadas "ejecutivas" han sido íntimamente vinculadas con las regiones frontales del encéfalo, especialmente la corteza prefrontal.

Los lóbulos frontales, son las últimas zonas del cerebro en madurar y su desarrollo puede prolongarse hasta la adultez temprana (Steinberg, 2005). Este largo desarrollo ocurre en paralelo con la maduración de las distintas destrezas ejecutivas, insinuando una relación anátomo- funcional (Fuster, 1999).

El dilatado crecimiento de la corteza prefrontal permite que la interacción del individuo con su entorno influya en la configuración de las redes neuronales que sustentan el funcionamiento ejecutivo (Sastre-Riba, Merino-Moreno & Poch, 2007), haciéndolo vulnerable a circunstancias adversas en periodos formativos.

La insuficiencia en el desempeño ejecutivo no sólo es evidente durante el ejercicio cognitivo, sino también el rubro emocional. En ese sentido, basta literatura ha contribuido en la edificación de redes íntimas entre los conceptos de función ejecutiva y emoción; por un lado, componentes ejecutivos han sido involucrados de manera consistente en mecanismos de regulación emocional (Lantrip et al., 2006; Xiu et al., 2018). Por otro, se ha hecho énfasis en que el proceder ejecutivo realmente nunca está exento de factores emocionales, pues en la vida cotidiana, procesos como la toma de decisiones se ejecutan diariamente en contextos repletos de información emocional y social (Fehring et al., 2019). Por lo anterior, el siguiente apartado de revisará las bases de la emoción para después profundizar en su nexo con la función ejecutiva.

2.3.3 Funciones ejecutivas y emoción

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).

Los estímulos de contenido emocional engloban expresiones faciales emocionales o escenas con contenido afectivo. Este último, depende en gran parte de la experiencia previa del individuo y puede tener un impacto considerable en su rendimiento ejecutivo.

Algunos estudios han abordado el efecto de estímulos emocionales sobre la función ejecutiva, proponiendo que éstos son capaces de captar la atención de forma automática y por lo tanto intervenir en la ejecución de una tarea en curso (Schimmack, 2005). Dicha interrupción supone una ventaja evolutiva, pues favorece la velocidad de respuesta ante estímulos potencialmente importantes para la supervivencia (Verbruggen & De Houwer, 2007).

Un cuerpo creciente de trabajos ha postulado que los estímulos con contenido emocional pueden facilitar procesos ejecutivos cuando son coherentes con la demanda de la tarea, no obstante, la presencia de estímulos emocionales tiende a entorpecer el rendimiento ejecutivo cuando no son relevantes para la adecuada solución de la prueba en cuestión (Lindström & Bohlin, 2012).

En particular, se ha observado que los estímulos de miedo (rostros) generan un incremento en los tiempos de reacción en tareas de memoria de trabajo (*n-back*) (Kensinger & Corkin, 2003). Este proceso no es el único sensible a la presencia de estímulos emocionales, Verbruggen y De Houwer (2007) demostraron que estos estímulos también empeoran el desempeño en la tarea *Stop-Signal*, prolongando los tiempos de reacción, así como los SSRT's (en comparación con estímulos neutros). A nivel cerebral, se han identificado diferencias en la actividad EEG durante la ejecución de tareas de control inhibitorio con estímulos emocionales displacenteros (en comparación con estímulos neutros), asociadas a procesos de atención y monitoreo de conflictos, los cuales pudieran verse exigidos de sobremanera en presencia de estímulos aversivos (Ramos-Loyo et al., 2016). Este efecto parece acentuarse durante la adolescencia, pues trabajos de EEG con jóvenes, han descrito una mayor amplitud en componentes que reflejan el monitoreo de

conflictos durante el control inhibitorio en contextos emocionalmente displacenteros (Ramos-Loyo et al., 2017).

En adición al impacto del estímulo emocional sobre el rendimiento ejecutivo y la actividad cerebral subyacente, se advierte que éste se ve agravado durante estados afectivos negativos, principalmente en individuos con mecanismos inhibitorios endebles, facilitando la expresión conductas inadecuadas (Hinshaw, 2003).

Tomando en cuenta lo anterior y teniendo presente que los infractores con rasgos violentos suelen juzgar como rostros de enojo expresiones faciales ambiguas (Wegrzyn, Westphal & Kissler, 2017) y presentar una hiperreactividad ante este tipo de estímulos (Coccaro et al., 2007), es factible que éstos puedan mermar de manera particular su desempeño en tareas de funcionamiento ejecutivo.

En particular, diversa literatura ha subrayado la trascendencia del control inhibitorio en la regulación del comportamiento violento y/o delictivo, estableciendo una relación negativa entre calidad de procesos inhibitorios y la conducta agresiva (Barratt et al., 1999; Pawliczek et al., 2013; Vigil-Colet & Codorniu-Raga, 2004): De manera análoga, se ha descrito la interacción entre estímulos emocionales y la carencia en la función inhibitoria como facilitador de la expresión violenta.

La siguiente sección profundizará sobre el control inhibitorio y su relación con el comportamiento violento y/o delictivo.

2.3.4 Control inhibitorio

Cada acción es resultado de la interacción entre procesos excitadores e inhibidores, estos permiten preparar, iniciar, regular y detener la actividad. En este proceso, el control inhibitorio ejerce un papel regulador, favoreciendo el desenvolvimiento eficiente del

individuo cuando las acciones en curso 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 acciones que ya no se requieren o que resultan inadecuadas, lo cual posibilita la flexibilidad del comportamiento, la conducta adaptativa y dirigida a metas (Verbruggen & Logan, 2008).

Existe una estrecha relación negativa entre la eficiencia de los procesos inhibitorios y la impulsividad, el cual es un rasgo de personalidad caracterizado por una tendencia a realizar acciones rápidas como respuesta a estímulos, sin premeditación o juicio consciente a pesar de que las consecuencias pudieran resultar adversas (Moeller, Barrat, Dougherty & Swann, 2001).

Por lo anterior, carencias en mecanismos inhibitorios a menudo subyacen conductas adictivas, abusivas, agresivas y autodestructivas, así como problemas de atención y en toma de decisiones (Aron, 2007).

Los procesos de inhibición comprendidos en las funciones ejecutivas tienen la particularidad de ser ejecutados de manera voluntaria y con base en un objetivo o meta (Aron, 2007). Dentro de estos, es posible discernir dos tipos principales: la inhibición cognitiva y la inhibición conductual. La primera puede ser definida como la capacidad para suprimir contenidos o procesos cognitivos previamente activados, así como atenciones irrelevantes y la resistencia a la interferencia de eventos o procesos que pueden captar la atención (Harnishfeger, 1995). Algunos autores han distinguido algunos subtipos de inhibición cognitiva, siendo uno de ellos el "control de interferencia"; este se refiere a la supresión de

un estímulo distractor externo o interno que podría interferir con la realización adecuada de una tarea. Una de las tareas que permite una aproximación a este mecanismo es el paradigma *Stroop*, el cual se basa en la competencia de una respuesta “bien aprendida” contra una menos aprendida (Nigg, 2000), esta tarea demanda al individuo 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 (figura 2). Para la realización adecuada de esta tarea la persona 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).

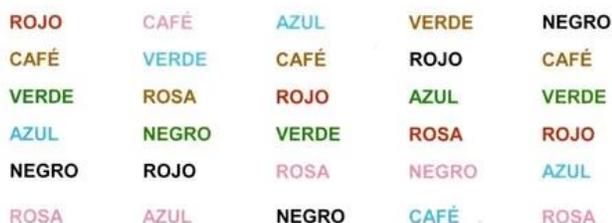


Figura 2. Tarea Stroop. (Flores, 2014)

A nivel cerebral, la ejecución de esta tarea involucra regiones fronto-parieto-occipitales, donde la corteza del cíngulo anterior participa de manera notable en la detección de conflictos durante el procesamiento de información incompatible (relación palabra-color) (Cabeza & Nyberg, 1997; Hölzel et al., 2011; Song & Hakoda, 2015; Martín-Signes, Paz-Alonso & Chica, 2018).

Como se mencionó anteriormente, los procesos de inhibición también comprenden la inhibición conductual, la cual favorece la regulación del comportamiento y puede traducirse en resistencia a la tentación, el retraso de la gratificación, la inhibición motora y el control

de impulsos (Harnishfeger, 1995). Dentro de ésta se ubica el llamado control inhibitorio motor o inhibición motriz, el cual se detalla a continuación.

2.3.4.1. Control inhibitorio motor

El control inhibitorio motor (o inhibición motriz) implica la regulación de la respuesta motora primaria ante un contexto cambiante (Nigg, 2000), ésta es quizá la expresión más directa de control inhibitorio, pues actúa como una operación encubierta y sólo se manifiesta mediante la ausencia de una conducta o acción esperada (Band & Van Boxtel, 1999; Rubia et al., 2001a). La precisión en este mecanismo permite al individuo detener y ajustar sus acciones a un contexto o situación determinada, mientras que su deficiencia expresa dificultad o incapacidad para evitar acciones que pudieran resultar inapropiadas en una situación.

Numerosos estudios han demostrado que pacientes con lesiones en la corteza prefrontal muestran dificultades con este tipo de inhibición (Li Ray, Krystal & Mathalon, 2005). 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 regiones parietales medial e inferior. Del mismo modo, se ha observado la participación de otras áreas como la corteza orbitofrontal, dorsolateral, temporal y parietal, así como el cerebelo y los ganglios basales (Garavan, Ross & Stein, 1999).

Los paradigmas utilizados para evaluar la inhibición motriz demandan el ajuste de la respuesta en función del estímulo, es decir, un tipo de estímulo demanda una respuesta, mientras que otro requiere la retención de la respuesta en marcha (Huster et al., 2013). Una

de las pruebas más utilizadas para el estudio del control inhibitorio motor es el llamado *go/no go*. Esta tarea requiere que el individuo presione un botón (“*go*”) ante la aparición de un estímulo frecuente y que evite presionar un botón (“No *go*”) cuando aparece un estímulo poco 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 ésta los participantes tienen que estar dispuestos a suprimir una respuesta en cada ensayo (Bonilla, 2009). A continuación se describe de manera más detallada dicha tarea.

La tarea *stop-signal* se compone de dos tipos de ensayos: “*go*” y “*stop*”. El ensayo “*go*” demanda una respuesta rápida del individuo 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, esta pretende que la persona detenga la respuesta detonada por el estímulo (*go*) previamente presentado (figura 3) (Williams et al., 1999). Esta tarea se fundamenta en el "modelo de carrera de caballos" (*horse race model*) postulado por Logan y Cowan (1984), el cual propone el desempeño en la tarea como resultado de una carrera entre un proceso de movimiento (activado por la presentación del estímulo *go*) y un proceso de parada (desencadenado a partir del estímulo *stop*). Cuando el proceso de parada concluye antes del proceso de movimiento, la respuesta es inhibida, en caso contrario, la respuesta es emitida.

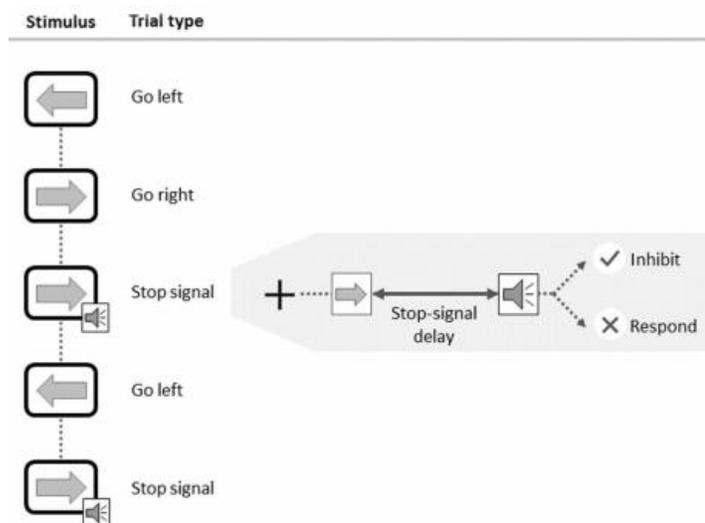


Figura 3. Paradigma Stop-Signal. (Matzke, Verbruggen & Logan, 2018)

Uno de los indicadores fundamentales en el paradigma *stop-signal* (además de los tiempos de reacción y la cantidad de respuestas no inhibidas) es la latencia del proceso de parada (*stop-signal reaction time*; SSRT) (Verbruggen & Logan, 2008). Dicho índice ha sido ampliamente utilizado en el campo de la neurociencia cognitiva para el estudio de procesos inhibitorios en diferentes poblaciones.

Las características del paradigma *stop-signal*, lo convierten en una herramienta sumamente útil en el estudio del control inhibitorio motor, ya que pone a prueba la habilidad del individuo para detener una respuesta impulsiva (como agresión), así como la de monitorear y ajustar la respuesta ante un estímulo cambiante (Zhang & Li, 2012).

2.3.5 Funcionamiento ejecutivo en infractores

Como se revisó anteriormente, la adolescencia en sí, supone algunas condiciones que obstaculizan el ejercicio de diversas funciones ejecutivas, pues algunas de ellas aún se encuentran en desarrollo, a la par de la corteza prefrontal (responsable en gran parte de estos

procesos). A su vez, el sistema límbico se encuentra en todo su esplendor, favoreciendo con frecuencia la respuesta exacerbada a situaciones con contenido emocional, esto acentúa la dificultad del adolescente en su proceder ejecutivo en contextos emocionales. En ese sentido, el estudio neuropsicológico de jóvenes infractores ha arrojado en repetidas ocasiones un patrón central de afectación, donde las funciones ejecutivas son las que sobresalen en comparación con otras destrezas (Arango, et al., 2008; Bonilla & Fernández, 2006; Morgan & Lilienfeld, 2000), incluso se ha teorizado que déficits en el funcionamiento ejecutivo contribuyen a que el infractor reincida en actos delictivos (Miura & Fuchigami, 2016).

Algunos trabajos han reportado déficits en procesos ejecutivos como la atención, la memoria, la toma de decisiones y la capacidad para inhibir respuestas impulsivas en individuos que han cometido alguna falta administrativa y/o delito (Hurt & Naglieri, 1992; Perkins et al., 2014). En particular, se ha reportado que los jóvenes que presentan conductas agresivas y que con frecuencia cometen actos en contra de las normas sociales, suelen presentar puntuaciones significativamente bajas en pruebas de funciones ejecutivas, especialmente en fluidez verbal, memoria de trabajo y razonamiento espacial (Fairchild et al., 2008; Harrington & Maskey, 2008; Toupin, Dery, Pauze, Mercier & Fortin, 2003).

Un estudio realizado por Hoaken, Allaby y Earle (2007) reportó déficits en habilidades de memoria y aprendizaje en infractores. Otro trabajo dirigido por Yechiam y colaboradores (2008) señaló una mayor cantidad de respuestas impulsivas en el desempeño de jóvenes infractores en una prueba de toma de decisiones (Iowa Gambling Test).

Por otro lado, Syngelaki y colaboradores (2009) evaluaron algunas funciones ejecutivas como flexibilidad mental, memoria de trabajo y planeación de jóvenes que han

cometido algún delito. Para ello, utilizaron una versión del *Wisconsin card sorting test* (WCST), *risky choice task* y algunas pruebas de la *Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery* (CANTAB). En el estudio participaron 103 jóvenes infractores y 84 controles con edades entre los 12 y 18 años. Los autores compararon el desempeño de los jóvenes infractores en el WCST y las pruebas del CANTAB con normas establecidas para cada una de las pruebas, mientras que el desempeño de los jóvenes infractores en la tarea *risky choice task* se comparó con el de jóvenes controles. Los resultados mostraron un CI significativamente menor de los jóvenes infractores que los establecidos por la norma, así como una mayor cantidad de errores de perseveración en el WCST, sin embargo, el número de errores no se correlacionó de manera significativa con el CI. Además, los jóvenes infractores presentaron una cantidad significativamente mayor de errores en una prueba de la batería CANTAB que evalúa memoria de trabajo espacial (*spatial working memory task*), así como una mayor cantidad de errores en una prueba que mide flexibilidad (*IE/ED task*) y mayor cantidad de movimientos para la resolver una tarea de planeación similar a la "Torre de Londres". En comparación con adolescentes controles, los jóvenes infractores mostraron una mayor propensión a elegir opciones riesgosas en la tarea *risky choice task*.

Resultados similares encontraron Vilá-Ballo y colaboradores (2015), al comparar el desempeño de jóvenes infractores y controles con edades de 15 a 20 años en el WCST. Se encontró que los jóvenes infractores tuvieron más errores perseverativos y mayores tiempos de ejecución. De forma similar, Zou y colaboradores (2013) registraron más errores de perseveración en una tarea similar al WCST, mayor cantidad de movimientos y menores latencias en una tarea de planeación (similar a "Torre de Hanoi"), así como mayor número de errores en la *spatial working memory task* en jóvenes infractores violentos.

En adición a lo anterior, se ha señalado al control inhibitorio como uno de los elementos más endebles en individuos infractores (Meijers et al., 2015), lo que representa dificultades en la interacción y supresión de impulsos nocivos como la violencia. A nivel experimental, Munro y colaboradores (2007) reportaron un desempeño deficiente de individuos infractores en una tarea de control inhibitorio en comparación con un grupo de control. En un estudio posterior, Santos-Barbosa y Coelho-Monteiro (2008) observaron resultados similares al comparar el desempeño en una tarea de control inhibitorio motor de individuos infractores y no infractores.

Recientemente, Vilà-Balló y colaboradores (2014) compararon el control inhibitorio de jóvenes que han cometido algún delito violento y sus respectivos controles. Ellos encontraron mayores *SSRT* en el grupo de jóvenes infractores, sugiriendo procesos inhibitorios más lentos.

En conjunto, los estudios de funciones ejecutivas y jóvenes infractores señalan una tendencia a tomar decisiones riesgosas, dificultades en procesos de planeación, memoria de trabajo y adaptación del comportamiento ante condiciones cambiantes.

Tomando en cuenta que el desarrollo de la CPF y el funcionamiento ejecutivo se extienden hasta la adultez temprana y son sensibles a la experiencia e interacción con el entorno, resulta fundamental el desarrollo de programas que permitan rehabilitar estas habilidades en jóvenes infractores. Recientemente, se ha sugerido la meditación como una técnica capaz de promover cambios en la conducta y procesos cerebrales favorables a la prevención de la violencia y/o reincidencia en el delito. A continuación, se profundizará sobre dichos tópicos.

2.4. Meditación

En los últimos años, un creciente cuerpo de trabajos ha demostrado que intervenciones basadas en prácticas contemplativas conducen a una serie de resultados psicológicos positivos, como la mejora del rendimiento cognitivo y la regulación emocional, incluso a cambios plásticos en el cerebro. En particular, una práctica que ha adquirido especial atención por la psicología y la neurociencia en las últimas décadas es la meditación.

La meditación es una práctica que se desprende del budismo y el campo de la psicología hindú, siendo ampliamente utilizada en diversas civilizaciones durante miles de años, ya sea como medio para cultivar un estado de bienestar, o para fines religiosos (Braboszcz, Hahusseau & Delorme, 2010). A pesar de ello, las tradiciones occidentales permanecieron relativamente alejadas de esta práctica durante muchos años.

El creciente interés en el pensamiento oriental durante los últimos 50 años ha acercado las prácticas de meditación a la sociedad occidental (Dunn, 2010), adoptándolas herramientas para alcanzar el bienestar, por medio de la relajación y el manejo del estrés. Con base en lo anterior, resulta común que actualmente el concepto “meditación” tienda a utilizarse como un término genérico para referirse a diversas prácticas que persiguen la relajación, la autorregulación de la emoción, el manejo adecuado del estrés y la atención (Gunaratana, 2002). A pesar de ello, es posible definir la “meditación” como un ejercicio que implica centrar la atención o consciencia en un solo objeto, sonido, concepto o experiencia (West 1979). Cardoso y colaboradores (2004) agregan que la meditación debe cumplir las siguientes características:

- Utiliza una técnica específica (claramente definida).
- Por lo menos, en alguna parte del proceso, involucra la relajación muscular.
- Involucra relajación mental.
- Utiliza habilidades de auto-enfoque para auto-inducir un estado.

En la actualidad existe una gran diversidad de prácticas de meditativas, sin embargo, pueden considerarse tres tipos como los principales: la meditación focalizada, la meditación abierta y la meditación compasiva (Dunn, 2010; Fox et al., 2016).

La meditación focalizada se basa en dirigir la atención hacia un estímulo en concreto, descentralizando la misma de estímulos que puedan interferir u obstaculizar la práctica (Harvey, 1990; Hanh, 1991; Kabat-Zinn, 2005; Lutz et al., 2008; Wangyal & Turner, 2011). Este tipo de meditación demanda al practicante direccionar la atención al estímulo elegido cada vez que se disperse, por lo que el entrenamiento regular que implica esta práctica favorece el desarrollo progresivo de habilidades de control voluntario de la atención (MacLean et al., 2010).

Por otro lado, la meditación abierta implica la dirección de la atención en el momento presente y la observación imparcial de todos los contenidos mentales (pensamientos, emociones, sensaciones, etc.) a medida que naturalmente se asientan y desaparecen (Fox et al., 2016). Un punto fundamental de esta práctica es poseer una actitud abierta y aceptable hacia el contenido mental, y aprender a "dejarlo ir", sin resistirse ni elaborar sobre nada que sea superficial en la conciencia (Harvey, 1990, Suzuki, 2003, Kabat-Zinn, 2005, Wangyal y Turner, 2011). En contraste con la meditación enfocada, en la meditación abierta, la concentración no se evalúa en relación con un estímulo en particular, ni se suprime ningún

contenido. Esta postura "no elaborativa" cultiva una conciencia más centrada en el presente en sintonía con la experiencia de momento a momento de la mente y el cuerpo (Analayo, 2003; Farb et al., 2007).

La meditación compasiva se centra en la generación de pensamientos de amabilidad, amor y calidez hacia uno mismo, para luego extenderse progresivamente hacia los seres queridos, conocidos, extraños, enemigos y eventualmente a todos los seres vivos. Involucra el ejercicio de la imaginación centrada en el sufrimiento de los demás y origina respuestas y actitudes compasivas a este sufrimiento (Fox et al., 2016; Graser & Stangier, 2018).

Actualmente, existen diversos programas basados en meditación que involucran los tres tipos de prácticas mencionadas, incluyendo ejercicios que pueden ser ejecutados en reposo (por ejemplo, siendo consciente de la respiración o de las sensaciones de cada parte del cuerpo en estado de reposo) o en movimiento (caminando, haciendo estiramientos o posiciones de yoga, siendo conscientes de los músculos que participan en cada movimiento) (Russell & Arcuri, 2015), incorporando la relajación del cuerpo, la práctica de la respiración, imágenes mentales, y la conciencia de la mente y el cuerpo (Hart, 1987; Lutz et al., 2008). Aunado a los ejercicios citados, los protocolos basados en meditación suelen integrar un componente denominado: indagación o reflexión, el cual implica el reprocesamiento y elaboración de la información. Este proceso exhorta al practicante a darse un tiempo para detectar y re-estructurar las sensaciones y/o pensamientos generados a partir de un estímulo, condición o entorno particular. Ello, favorece la integración detallada del contexto, la mediación consciente entre el estímulo y la respuesta, y el monitoreo de la acción en curso (Zelazo et al., 2018; Zelazo, 2020). El constante ejercicio de la indagación promueve el

desarrollo de habilidades metacognitivas, las cuales guardan una íntima relación con el funcionamiento ejecutivo (Zelazo, 2015).

De un tiempo a la fecha, las prácticas meditativas han despertado el interés de las ciencias del comportamiento por explorar su utilidad como herramientas de intervención en condiciones clínicas (Braboszcz, Hahusseau & Delorme, 2010). Se estima que la meditación ha sido objeto de estudio científico durante 40 años aproximadamente, sin embargo, fue hasta finales de los 90's cuando empezó a ganar popularidad.

2.4.1 Meditación sobre la conducta y procesos psicológicos

Un nutrido cuerpo de investigación ha permitido identificar cambios asociados a la meditación en múltiples aspectos del funcionamiento mental, tanto en meditadores expertos como en individuos sin antecedentes de meditación y población psiquiátrica (Lutz et al., 2008), registrando efectos en la conducta, así como en la actividad y estructura cerebral (Tang, Holzel & Posner, 2015).

La práctica de la meditación se ha vinculado con repercusiones favorables en el manejo de la ansiedad (Brown & Ryan, 2003; Chambers et al., 2008), las emociones (Robins et al., 2012), la atención y respuestas ante situaciones de estrés (Davidson et al., 2003; Marchand, 2014). Intervenciones cortas basadas en meditación, parecen promover el comportamiento pro-social, incluso en personas sin antecedentes contemplativos (Leiberg et al., 2011).

Holzel y colaboradores (2010), evaluaron los niveles de estrés percibidos por un grupo de personas antes y después de un entrenamiento en meditación (con una duración de

8 semanas), encontrando una reducción en la variable de estudio durante la medición post-entrenamiento.

Un estudio dirigido por Tang y colegas (2007) evaluó a 80 adolescentes, de los cuales, 40 recibieron un entrenamiento basado en meditación y los otros 40 pasaron por sesiones de relajación durante 5 días (20 minutos por día), registrando un mejor desempeño del grupo de meditación en una tarea de atención posterior a la intervención.

Por otro lado, Britton y colaboradores (2012) evaluaron el efecto de un programa de meditación (con duración de 8 semanas) sobre la reactividad emocional de individuos con síntomas de depresión ante una situación de estrés, reportando una menor reactividad del grupo *tratamiento* después del entrenamiento.

Recientemente, algunos trabajos han propuesto la meditación como un método que puede favorecer el funcionamiento ejecutivo. Un estudio de Flook y colaboradores (2010) mostró una mejora en el rendimiento ejecutivo de jóvenes después de un entrenamiento en meditación (de ocho semanas).

En particular, se ha notado que procesos meditativos pueden favorecer el desarrollo del control inhibitorio y, por ende, contribuir al control de las emociones (Schonert-Reichl et al., 2015). En ese sentido, Hereen y su equipo (2009) estimaron el efecto del entrenamiento en meditación sobre el funcionamiento ejecutivo de personas sanas. Para ello, evaluaron (antes y después del tratamiento) procesos de inhibición cognitiva (*hayling task*), flexibilidad (*trail making test*), control inhibitorio motor (*go/stop*) y fluidez verbal (*verbal fluency task*). El grupo tratamiento pasó por un programa de meditación el cual comprendió 8 sesiones (una por semana) de dos horas y media cada una. Una vez concluido el entrenamiento, el grupo

tratamiento presentó una menor cantidad de errores en la tarea de inhibición cognitiva (*hayling task*), así como un incremento de aciertos en la prueba de fluidez verbal (*verbal fluency task*), mientras que el grupo control no mostró cambios en ninguna de las tareas.

En un estudio subsecuente, Sahdra y colaboradores (2011) diseñaron un estudio el cual comprendió un grupo tratamiento y uno control (lista de espera). El grupo tratamiento pasó por un programa de meditación con una duración de 3 meses, dicho entrenamiento implicaba de 6 a 10 horas al día de meditación. Antes y después del tratamiento, ambos grupos fueron evaluados con una prueba de control inhibitorio motor llamada *response inhibition task* (similar al paradigma go/no-go). Los autores notaron que el grupo tratamiento presentó un decremento en el número de errores de comisión (post-intervención). En una segunda fase, el grupo control (lista de espera), pasó por el mismo programa de meditación y fue evaluado una vez terminado el programa. Los autores observaron de nueva cuenta una disminución significativa en la cantidad de errores de comisión asociadas al programa de meditación.

En apoyo a lo anterior, Fan y colegas (2014) registraron una reducción en el tiempo implementado para realización de una tarea *Stroop* en un grupo que pasó por un entrenamiento de meditación con duración de una semana (2 horas de meditación al día) en comparación con un grupo control. Cabe mencionar que la reducción en el tiempo de ejecución no mermó el desempeño del grupo tratamiento en la tarea.

Recientemente, Valls-Serrano y colaboradores (2016), reportaron un mejor rendimiento en tareas de funcionamiento ejecutivo en un grupo que pasó por un programa de meditación en comparación con un grupo control; específicamente, el grupo tratamiento

mostró una mayor cantidad de aciertos en una tarea de memoria de trabajo (*letter-number*), una menor cantidad de errores en una prueba de planeación (*multiple errands test – contextualized version*), y un menor número de elecciones riesgosas en una tarea de toma de decisiones (*information sampling test*).

A partir de lo revisado en los párrafos anteriores, resulta claro que las intervenciones basadas en meditación han demostrado favorecer ciertos aspectos del funcionamiento ejecutivo, incluyendo el control inhibitorio, la flexibilidad, la memoria de trabajo y habilidades de planeación, así como mecanismos de regulación emocional. La manera como la meditación favorece estos procesos parte de la observación detallada de sensaciones, emociones y pensamientos, contrarrestando la tendencia a responder de manera automática, fomentando tolerancia a la experiencia emocional e incrementando la consciencia en el momento presente, notando cómo emergen las emociones, los momentos en que lo hacen, así como su tiempo de duración y cómo se experimentan y expresan (Tang, Holzel & Posner, 2015; Bishop et al., 2004).

La inclusión de diversas técnicas en el estudio de la meditación ha permitido no sólo detectar efectos a nivel conductual, sino también en la estructura y función cerebral, a continuación, se revisan a detalle variaciones anátomo-funcionales vinculadas al ejercicio de la meditación y pertinentes a los procesos ejecutivos y de regulación emocional.

2.4.2 Meditación y cerebro

Diversos estudios han intentado caracterizar la actividad cerebral durante los estados de meditación, esto ha ocasionado que algunos hallazgos parezcan contradictorios debido a que existen varias modalidades de meditación las cuales involucran diferentes áreas

cerebrales. Recientemente, Fox y colaboradores (2016) realizaron un meta-análisis con el objetivo de discernir las áreas cerebrales que participan en cada modalidad de meditación. Al respecto, los autores reportan que la meditación focalizada involucra la activación del área premotora y el área dorsal anterior de la corteza cingulada, regiones involucradas en la regulación voluntaria del pensamiento y en la acción. Además, implica un descenso en la actividad del área ventral posterior de la corteza cingulada y el lóbulo parietal inferior izquierdo, áreas que participan en procesos de memoria episódica y procesamiento conceptual.

Por otro lado, la meditación abierta involucra principalmente la activación de la ínsula (asociada al procesamiento consciente de sensaciones), el giro frontal inferior izquierdo, el área motora suplementaria y el área premotora (regiones relacionadas con el control voluntario de la acción). De igual manera, dicha práctica está asociada a una baja en la activación del tálamo derecho, posiblemente relacionada con un estado receptivo sensorial (Fox et al., 2016).

Por su parte, se ha identificado la activación de estructuras involucradas en el procesamiento de sensaciones corporales y sentimientos durante la meditación compasiva, incluyendo la ínsula, las regiones somatosensoriales secundarias, la región parietal inferior y la unión parieto-occipital (Fox et al., 2016).

Recientemente, distintos estudios han intentado identificar los cambios en la morfología cerebral vinculados con el entrenamiento en meditación y se ha notado que los efectos de dicho entrenamiento se extienden a múltiples áreas cerebrales, incluyendo la

corteza prefrontal, el tallo cerebral y el cerebelo, lo cual sugiere un impacto sobre largas redes neurales (Tang, Holzel, Posner, 2015).

La lista de regiones encefálicas susceptibles al entrenamiento basado en meditación incluye a la corteza frontopolar (relacionada con el incremento de la conciencia), las áreas sensoriales y la ínsula (implicadas en la conciencia del propio cuerpo); la corteza del cíngulo anterior (involucrada en procesos de atención), la corteza medial cingulada y la corteza orbitofrontal (involucradas en la regulación de emociones); el cuerpo calloso (involucrado en la comunicación inter-hemisférica) y el hipocampo (relacionado con procesos de memoria) (Fox et al., 2014).

Estudios de resonancia magnética han permitido observar incrementos inducidos por el ejercicio de la meditación en la sustancia gris del hipocampo, la corteza cingulada posterior, la unión temporo-parietal izquierda y el cerebelo (Holzel et al., 2011). Pickut y su grupo (2013) describieron aumentos en la densidad de la materia gris en el hipocampo, el núcleo caudado, el lóbulo occipital izquierdo y la unión temporo-parietal después de un programa de meditación (de 8 semanas) en pacientes ansiosos. En otro estudio, Lazar y colaboradores (2005) encontraron un mayor grosor en la corteza prefrontal y la parte anterior de la ínsula derecha en personas con antecedentes de meditación.

Distintos autores han explorado la incidencia de las prácticas meditativas en estructuras relacionadas con la atención, resaltando una mayor activación del cíngulo anterior en meditadores (en comparación con individuos controles) durante estados meditativos (Tang, Holzel & Posner, 2015; Holzel et al., 2007). En esa misma dirección, se ha observado

un incremento en la actividad del cíngulo anterior en personas sanas en condición de reposo, después de recibir adiestramiento en técnicas contemplativas (Tang et al., 2009).

Numerosos trabajos han señalado efectos de la meditación sobre la forma y función de la amígdala. Sugiriendo un decremento en la densidad de la materia gris después del entrenamiento en meditación (Holzel et al., 2010), así como en su actividad ante estímulos visuales de contenido emocional (Desbordes et al., 2012). Un estudio reciente dirigido por Leung y colaboradores (2018), reportó una baja en la actividad de la amígdala en respuesta a estímulos emocionales de valencia negativa, posterior al entrenamiento en meditación.

En contraste, estudios han descrito un incremento en la actividad de regiones mediales y rostrales de la CPF durante el procesamiento de estímulos de enojo después del entrenamiento en meditación, así como en la conectividad entre la corteza prefrontal y la amígdala (Holzel et al., 2013).

Apoyando lo anterior, Lutz y su equipo (2014) vincularon la práctica de meditación con una mayor actividad de la corteza prefrontal durante la espera de imágenes emocionalmente negativas y una baja en la actividad de la amígdala y el giro parahipocampal durante la percepción de estímulos emocionales negativos en personas sanas. Al respecto, se ha hipotetizado que la meditación favorece el fortalecimiento de mecanismos de control dependientes de la corteza prefrontal, la cual regula estructuras relacionadas con la respuesta emocional como la amígdala (Tang, Holzel & Posner, 2015), de esta manera resulta factible su contribución en mecanismos de regulación emocional y conductas agresivas (Coccaro et al., 2007).

En adición a lo anterior, estudios de electroencefalografía han contribuido de manera importante en la descripción de la interacción meditación-cerebro, caracterizando patrones de actividad y conectividad entre múltiples regiones corticales durante el ejercicio de la meditación y en consecuencia del entrenamiento a largo plazo. Tomando en cuenta la relevancia de dichos antecedentes para el presente trabajo, se destinará un apartado para abordar las generalidades del EEG, profundizando en los aportes de dicha técnica en la investigación de los procesos meditativos.

2.4.3 Meditación e infractores

A pesar de los efectos ya conocidos de la meditación sobre el sistema nervioso central, la conducta, las emociones y la cognición, poco se ha abordado la relevancia que podría tener sobre poblaciones carcelarias. Auty, Cope y Liebling (2015) realizaron una revisión de la literatura pertinente a dichos tópicos y reportaron que, en el 2015, sólo existían 17 artículos que aborden los efectos de la meditación en poblaciones carcelarias y cuenten con diseños que incluyen un grupo de control; la gran mayoría de ellos en poblaciones adultas. Dicha literatura ha sugerido que la meditación favorece el bienestar subjetivo y una menor propensión a cometer actos delictivos en poblaciones reclusas (Khurana & Dhar, 2002). De igual manera, se ha observado un decremento en síntomas de depresión en infractores posterior a un entrenamiento de meditación (Lee, Bowen & An-Fu, 2011).

Se han descrito incrementos en la autoestima y disminución en los niveles de hostilidad en varones y mujeres reclusas entrenados en meditación (Samuelson et al., 2007; Sumter et al., 2009).

Perelman y su grupo (2012), reportaron un incremento en los puntajes registrados por reclusos que participaron en un entrenamiento de meditación, en escalas de atención e inteligencia emocional; lo anterior en comparación con un grupo control activo.

Como se ha revisado hasta ahora, existen estudios que sugieren un papel importante de la meditación en pro de la salud mental y emocional en poblaciones carcelarias adultas. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que los trabajos hasta ahora revisados han implementado exclusivamente pruebas subjetivas o de apreciación, existiendo una escasez de estudios que cuenten con datos de mediciones conductuales o fisiológicas. Lo más cercano a esto, es una investigación desarrollada por Bilderbeck y colaboradores (2013) en la cual, además de reportar resultados similares a los sugeridos por estudios previamente revisados (obtenidos a partir de escalas), reportaron un mejor rendimiento (menor cantidad de errores de comisión) en una tarea *Go/NoGo* posterior a un entrenamiento de meditación en comparación con un grupo control, sin embargo, dicha tarea fue aplicada sólo en la fase post-intervención, lo cual dificulta la interpretación de los resultados. Por lo anterior, se requieren estudios complementarios que permitan comprender los procesos y las formas en que la meditación favorece la capacidad cognitiva y emocional de poblaciones carcelarias.

Distintos trabajos han dado seguimiento a adultos reclusos durante un tiempo considerable después de su liberación. Por ejemplo, Bowen y colaboradores (2006) evaluaron a dos grupos de infractores tres meses después de ser liberados. Uno de los grupos pasó por un entrenamiento en meditación (cuando estaban reclusos) y el otro fungió como control activo; los autores reportaron un menor consumo de sustancias (alcohol, marihuana y cocaína) en el grupo de meditación. Estudios similares, han sugerido una consonancia entre la práctica meditativa y una baja en la reincidencia delictiva. Alexander y colaboradores

(2008) dieron seguimiento a 256 reclusos durante 59 meses posteriores a su liberación. Los autores analizaron las tasas de reincidencia presentadas por las personas que, durante su estancia en prisión, tuvieron entrenamiento en meditación, en comparación con individuos que participaron en otros tipos de tratamiento. Los resultados mostraron una menor reincidencia del grupo entrenado en meditación.

Como se mencionó anteriormente, la literatura sobre meditación y poblaciones carcelarias predomina su enfoque sobre poblaciones adultas, aun así, un trabajo de revisión publicado recientemente (Simpson et al., 2018) exploró la literatura existente en torno a intervenciones basadas en meditación en jóvenes infractores. Es de llamar la atención que solo incluyeron 13 artículos, de los cuales 10 presentaron datos cuantitativos y solo 3 utilizaron un diseño pre-post. Cabe señalar que tres de los trabajos publicados utilizaron programas de intervención específicamente adaptados para su implementación con jóvenes infractores (Barnert et al. 2014; Himmelstein et al. 2012a, 2012b).

Como sucede en la literatura reportada con adultos, la mayoría de los estudios reportan datos de auto reportes o escalas, pues sólo un estudio presenta datos de mediciones fisiológicas (Le & Proulx, 2015) y otro utilizó un paradigma conductual (Leonard et al., 2013).

En cuanto a los resultados, se han sugerido efectos similares de la meditación que en poblaciones adultas, como menores niveles de ansiedad y estrés percibido, así como mayores puntuaciones en escalas que miden habilidades de autorregulación (Flinton, 1998; Himmelstein, 2012a).

A nivel conductual, Leonard y colaboradores (2013) evaluaron los efectos de la meditación sobre la atención de jóvenes infractores con edades de 16 a 18 años, para ello utilizaron el Attention Network Test. Los autores reportaron un mejor rendimiento en la tarea en aquellos participantes que registraron más horas de práctica en comparación con aquéllos que no practicaron e individuos controles.

A nivel fisiológico, Le y Proulx (2015) evaluaron el efecto de la meditación en dos marcadores de estrés: el cortisol y la inmunoglobulina A. Los autores reportaron un descenso en los niveles de cortisol e incremento de la inmunoglobulina A en saliva de jóvenes infractores entrenados en meditación, sin embargo, dicho estudio carece de grupo de control.

Lo anterior pone en evidencia la necesidad de estudiar los efectos de la meditación sobre poblaciones de jóvenes infractores con un abordaje conductual y fisiológico, de manera que se pueda complementar la literatura ya existente, y permita comprender y estimar de manera más precisa la eficiencia de este tipo de tratamientos en adolescentes infractores.

Una de las técnicas que puede permitir detectar cambios en la actividad y conectividad cerebral asociados a la meditación, es el registro de la actividad electroencefalográfica, a continuación, se revisará dicha técnica y sus antecedentes en relación a la meditación.

2.5 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. Su registro y análisis permiten 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 cerebrales en respuesta a factores fisicoquímicos, estímulos sensoriales, aprendizaje, habituación, emociones y ciclo sueño-vigilia, entre otros (Sanz-Martin et al., 2008).

El registro de la actividad EEG en el ser humano, ha permitido ubicar ciertas ondas cuyos rangos de frecuencia se encuentran entre los 0.5 y los 50Hz, éstas se han clasificado en diferentes bandas de frecuencia dependiendo de su frecuencia, morfología, amplitud, reactividad y área cerebral de localización preferente (Sanz-Martin et al., 2008).

Estas ondas pueden ser de tipo: delta, theta, alfa, beta y gama (Andreassi, 2000), a continuación, se describe cada una de ellas:

Delta

Es una oscilación muy lenta que aparece durante el sueño y en personas anestesiadas; estas oscilaciones van de 0.5 Hz. a 3.5 Hz. con una amplitud entre los 100 y los 200 micro Volts. Se han relacionado con funciones autónomas, procesos de motivación y emoción, así como procesos cognitivos relacionados a la atención. La presencia de esta actividad sobre regiones frontales refleja mecanismos de inhibición de interferencias (aferencias sensoriales) que puedan obstaculizar el desempeño adecuado en una tarea mental (Harmony, 2013).

Theta

Incluye oscilaciones de 4 a 7.5 Hz., con una amplitud de 20 a 100 micro Volts, (Andreassi, 2000). Esta banda suele aparecer durante las primeras fases del sueño de ondas lentas, también se ha relacionado con estados de meditación. De igual manera, se ha asociado con procesos de atención (Deiber et al., 2007; Gomarús et al., 2006; Pennekamp et al., 1994) y memoria de trabajo (Jensen & Tesche, 2002; Krause et al., 2000; Onton et al., 2005). El ritmo theta se ha estudiado considerablemente en el ámbito cognitivo, por ejemplo, se ha

reportado que la amplitud de dicha banda en áreas frontales incrementa cuando se realiza una tarea que demanda la focalización de la atención (Deiber et al., 2007).

Particularmente, la actividad theta sobre la línea media frontal mantiene una relación positiva con el nivel de demanda cognitiva en una tarea; la presencia de theta sobre derivaciones fronto-parietales responde a procesos ejecutivos que requieren la integración visomotora (Sauseng et al., 2007).

Alfa

Este tipo de ondas tiene una frecuencia de 8 a 12.5 Hz, su voltaje es cercano a los 50 micro Volts y se relaciona generalmente con estados de vigilia relajados. La aparición de esta banda se favorece cuando el individuo 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. Se ha sugerido un vínculo entre dicha banda y mecanismos inhibitorios de tipo top-down que favorecen el desempeño en diversas tareas cognitivas, inhibiendo la actividad de regiones cerebrales no relevantes a la tarea. Por lo anterior, se ha observado dicha actividad sobre áreas fronto-parietales durante la regulación de la atención y procesos ejecutivos (Capotosto et al., 2009; Sauseng et al., 2009; Klimesch, Sauseng & Hanslmayr, 2007; Haegens et al., 2011). Además, dentro de este rango de frecuencia se han distinguido dos formas de actividad alfa: Alfa1 que va de los 8 a los 10 Hz y Alfa2 que va de 10.5 a 12.5 Hz. La primera refleja estados de atención generalizada y suele distribuirse topográficamente de manera uniforme, la segunda tiende a presentar una topografía más específica (principal mente en áreas frontales) y se relaciona con un sistema de control descendente que favorece el acceso y manipulación de información en procesos de memoria a largo plazo semántica y sensorial (Klimesch, Sauseng & Hanslmayr, 2007).

Beta

Incluye oscilaciones con una frecuencia que va de los 13 a los 25-30 Hz. Con una amplitud de 20 a 30 micro Volts. Aparece principalmente sobre derivaciones frontales y centrales durante estados de tensión o en vigilia con los ojos abiertos. Se relaciona con la integración de contenido sensorial multimodal y se ha implicado en procesos de imaginación mental (Villena-González et al., 2018). Además, participa en la regulación procesos atencionales a través del reclutamiento de regiones distales (prefrontales y parietales posteriores) que subyacen la atención voluntaria (Khanna & Carmena, 2015). Por lo anterior, se piensa en el ritmo beta sobre áreas fronto-parietales como un reflejo del procesamiento cognitivo de alto orden (Knowles & Wells, 2018). De manera similar al ritmo alfa, beta suele fraccionarse en beta 1 (de 13 a 19 Hz) y beta2 (de 20 a 30 Hz).

Gama

Las oscilaciones gama son ondas rápidas con una frecuencia de 30 a 40 Hz y amplitud de 10 a 20 micro Volts, aparecen generalmente en las regiones frontocentrales y suelen asociarse con procesos de atención, percepción y memoria (Nottage & Horder, 2015). Involucrándose en diversos procesos cognitivos (Herrmann et al., 2004; Tallon-Baudry & Bertrand, 1999) e incrementando ante estímulos visuales o somato sensoriales atendidos (Bauer et al., 2006; Gruber et al., 1999). Diversa literatura ha sugerido nexos entre el ritmo gama con procesos de atención y memoria, pues se manifiesta durante la integración de actividades neuronales relacionadas con un objeto sensorial específico en una representación estable y coherente (Jensen, Kaiser & Lachaux, 2007).

Se ha descrito la implicación de la actividad gama en distintas fases de la memoria, incrementando su potencia sobre derivaciones occipitales y temporales durante el mantenimiento de contenido visual en la memoria de corto plazo o memoria de trabajo (Tallon-Baudry et al., 1998; Jensen, Kaiser & Lachaux, 2007), así como durante la

recuperación de la información y reconocimiento de información previamente almacenada (Gruber et al., 2004; Osipova et al., 2006).

2.5.1 Análisis EEG

Existen diferentes tipos de análisis EEG, cada uno tiene sus particularidades y nos proporcionan información distinta, 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 en ondas armónicas y revela información que de otra manera resultaría complicado observar (Tong & Thakor, 2009).

Por otro lado, el coeficiente de correlación de Pearson es un índice matemático que permite medir el nivel de similitud entre dos señales electroencefalográficas, y tiene un rango de +1 (correlación perfecta) a -1 (correlación perfecta pero negativa), denotando 0 la ausencia de una relación (Gao, Wang & Zhang, 2016).

El grado de correlación puede indicar una relación entre la actividad eléctrica de dos o más regiones cerebrales. Se ha sugerido que los procesos cognitivos de alto orden requieren de una integración dinámica y funcional de múltiples 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 regiones relacionadas entre sí ante un proceso cognitivo específico (Guevara & Hernández, 2006; Muller & Anokhin, 2012).

2.5.2 Actividad EEG y Meditación

Estudios de electroencefalografía (EEG) y meditación, han sugerido efectos en diversas bandas a consecuencia de prácticas meditativas. Algunos trabajos se han enfocado en las variaciones de la actividad EEG durante estados de meditación y otros se han interesado en los cambios asociados a la experiencia de meditación a lo largo del tiempo. En ambos casos, los ritmos theta y alfa han sido los más estudiados y vinculados al ejercicio de la meditación.

Se ha descrito una baja en la potencia del ritmo Delta durante estados de meditación (en comparación con estados de reposo) en derivaciones frontales (F3, F4, F7 y F8) y centrales (C3 y C4) (Cahn, Delorme & Polich, 2010).

Durante la meditación, se ha reportado de manera consistente un incremento en la potencia de alfa en derivaciones frontales, centrales, parietales y occipitales (Travis, 2001; Cahn et al., 2013; Bing-Canar, Pizzuto & Compton, 2016), de igual manera en la coherencia intra e interhemisférica y en la sincronía entre regiones frontales y occipito-parietales en el rango alfa en meditadores novatos y expertos (Cahn & Polich, 2006; Baijal & Srinivasan, 2010; Hebert et al., 2005).

Tanto la técnica de meditación "*Open monitoring*" como la "Focalizada", se han caracterizado por un incremento generalizado en la potencia de alfa (predominante en regiones frontales y occipitales) y un decremento del ritmo delta sobre áreas centro-parietales (Cahn et al., 2010; Gao et al., 2016; Travis & Parim, 2017; van Lutterveld et al., 2017; Knowles & Wells, 2018).

De los Angeles y colaboradores (2016), realizaron un estudio donde compararon la actividad EEG de meditadores y no meditadores durante el reposo y diversas fases de meditación, encontrando un incremento en la potencia de alfa sobre regiones fronto-temporales durante fases meditativas, así como un decremento en la potencia de beta y gama sobre derivaciones frontales e incremento de theta sobre regiones frontales y temporo-parietales en las fases más profundas de meditación. Relacionando el incremento de theta con la focalización de la atención y la disminución de beta y gama con una reducción en el estado de alerta.

En sintonía con lo anterior, múltiples trabajos han resaltado la implicación del ritmo theta en prácticas meditativas variadas, pues se ha observado un incremento de su potencia sobre derivaciones frontales y parietales durante el ejercicio de la meditación focalizada, la meditación abierta y la compasiva (Bajjal y Srinivasan, 2010; Cahn et al., 2010; Pasquini et al., 2015).

Aunado a la potencia, múltiples trabajos han relacionado cambios en la coherencia de theta (es decir, en la activación sincrónica) con prácticas meditativas (Lee et al., 2018), describiendo una elevación en la coherencia de theta entre múltiples derivaciones (fronto-parietales y entre regiones centrales, temporales y occipitales) durante estados meditativos (Aftanas & Golosheikin, 2003; Cahn & Polich, 2006; Tomljenović, Begić & Maštrović, 2016; Lomas, Ivtzan & Fu, 2015). Este mismo patrón (incremento en la coherencia de theta entre derivaciones frontales y parietales) ha sido reportado consistentemente durante la ejecución de tareas que evalúan el funcionamiento ejecutivo (Sauseng, et al., 2005).

En menor cantidad, trabajos de investigación han explorado el comportamiento del ritmo beta durante estados meditativos, por ejemplo, Saggar y su equipo (2012) encontraron una reducción en la potencia absoluta de la banda beta sobre áreas fronto-centro-parietales (bilaterales) después de un entrenamiento en meditación con una duración de tres meses. Howells y colaboradores (2012) reportaron resultados similares, encontrando un decremento significativo en la potencia absoluta de beta sobre derivaciones fronto-centrales. Esta reducción de beta (sobre áreas fronto-centro-parietales) podría reflejar un incremento en la actividad cortical asociada con una mayor receptividad sensorial (Saggar et al., 2012).

Recientemente, estudios han mostrado interés en el papel que juega la banda gama en la meditación. Al respecto, Lutz y colaboradores (2004) evaluaron a ocho individuos con amplia experiencia en meditación y diez sin dicho antecedente. Las mediciones EEG se realizaron en estado de reposo y en estado meditativo, se encontró una elevación en la amplitud de gama, así como un incremento en la sincronía de dicha banda durante la meditación en el grupo de expertos. Un estudio subsecuente realizado por Cahn, Delorme y Polich (2010), mostró una crecida actividad gama sobre regiones occipitales y frontoparietales en personas con amplia experiencia en meditación. Estos hallazgos han sido replicados por Berkovich-Ohana y colaboradores (2012), quienes reportaron una mayor potencia absoluta de gama durante el reposo sobre derivaciones parieto-occipitales de meditadores (en comparación con individuos sin antecedentes de meditación), dichos patrones se han asociado con la receptividad y el procesamiento consciente de las sensaciones corporales (Cahn, Delorme & Polich, 2010; Berkovich-Ohana et al., 2012).

Por otro lado, existe un cuerpo creciente de estudios que han valorado los posibles efectos de un entrenamiento basado en meditación sobre la actividad eléctrica cerebral. En

ese sentido, se ha demostrado que un entrenamiento en meditación con duración de 4 semanas puede incrementar la potencia de theta en regiones frontales y parietales durante la ejecución de una tarea cognitiva (Nyhus et al., 2019). Por ello, y tomando en cuenta la relevancia del ritmo theta en el procesamiento cognitivo, se ha propuesto que los patrones del ritmo theta asociados a las prácticas meditativas pudieran relacionarse con la mejora en procesos atencionales y/o ejecutivos (Lee et al., 2018).

Ahani y colaboradores (2013), reportaron un incremento en la potencia de alfa sobre regiones posteriores, así como de theta (con distribución generalizada) durante estados meditativos (en comparación con estados de reposo) en adultos que han pasado por un entrenamiento de 6 semanas en meditación (Ahani et al., 2013). Similares hallazgos reportaron Aftanas y Golosheykin (2005), describiendo un incremento en la potencia de theta y alfa 1 durante el reposo de adultos en registros posteriores a un entrenamiento de meditación (al compararlos con adultos sin entrenamiento en meditación).

Kim y colaboradores (2013) registraron la actividad EEG de individuos que pasaron por un entrenamiento basado en meditación con duración 8 semanas. Encontrado un incremento en la potencia relativa de alfa 1 y un descenso en la potencia absoluta de delta y beta 2 durante estados meditativos. Asociando el incremento de alfa y la disminución de beta con procesos de relajación y disminución del estado de alerta, respectivamente (Kim, Rhee & Kang, 2014).

Medina y colaboradores (1999) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar los efectos de la meditación en la actividad EEG de personas sin antecedentes de meditación. Para ello, formaron dos grupos: tratamiento y control, el grupo tratamiento recibió un

entrenamiento de meditación durante 4 meses, los registros de la actividad EEG se realizaron antes y después de dicho tratamiento en dos condiciones: reposo y concentración. Una vez concluido el entrenamiento, el grupo tratamiento presentó un decremento significativo en la potencia absoluta en todas las bandas y derivaciones, así como un incremento en la potencia relativa de alfa2 durante la concentración, además, el grupo tratamiento presentó un incremento en la correlación interhemisférica en condición de reposo, el grupo control no presentó dichos cambios. Los autores sugieren que los cambios encontrados en la actividad EEG del grupo tratamiento pueden deberse al entrenamiento de meditación y relacionarse con mayores niveles de alertamiento, atención, conciencia y bienestar.

Recientemente, un estudio no publicado realizado por Ron-Grajales y colaboradores (2016), evaluó el efecto de un programa de meditación de 8 semanas en la actividad EEG en reposo de estudiantes de secundaria. Los resultados mostraron un incremento en la correlación interhemisférica entre áreas frontales en alfa2, así como el incremento de la correlación intra-hemisférica entre áreas frontales en las bandas alfa 1 y 2, mientras que el grupo control no mostró cambio alguno.

En resumen, la literatura señala a los ritmos theta y alfa como los principales involucrados en los procesos asociados a la meditación, pues, aunque existen informes sobre otras frecuencias, la relación entre la meditación y las bandas theta y alfa emerge independientemente del expertiz en prácticas meditativas y/o el uso de distintas categorías de práctica (focalizada, *open monitoring* o compasiva). Además del incremento en la potencia de ambas bandas, una variedad de trabajos ha notado un acoplamiento entre regiones frontales en los rangos theta y alfa, declarando una participación conjunta entre dichos ritmos como sustento a procesos atencionales. Siendo el primero íntimamente ligado a la

focalización de la atención y el segundo a procesos de relajación (Tanaka et al., 2014; Bing-Canar, Pizzuto & Compton, 2016)). Por lo anterior, se puede decir que la actividad en alfa y theta son fuertes correlatos neuronales del ejercicio meditativo (Deolindo et al., 2020).

2.5.3 Potenciales relacionados a eventos y meditación

Aunque el registro de la actividad EEG espontánea ha resultado sumamente útil tanto en el ámbito científico como en el clínico, implica algunas limitaciones cuando se desea estudiar ciertos procesos específicos, como lo pueden ser algunos procesos cognitivos. Dichas limitaciones radican en que el registro de la actividad EEG espontánea representa una conglomeración de cientos de fuentes de actividad neural, dificultando el aislamiento de la actividad relacionada a un proceso específico (Luck, 2005). Se han utilizado diversas técnicas para solventar dicho problema, una de ellas son los potenciales relacionados con eventos (PRE) o también llamados potenciales evocados, estos consisten en fluctuaciones de voltaje que se registran en el cuero cabelludo y se obtienen promediando la respuesta cerebral a estímulos sensoriales, motores o cognitivos (Coles & Rugg, 1995). Por lo tanto, reflejan la actividad sincrónica de una población neuronal encargada del procesamiento de la información específica necesaria para ejecutar dicha tarea (Picton & Hillyard, 1988).

Las principales características de los componentes de los PRE son: la polaridad y la latencia (tiempo que transcurre entre la presentación del estímulo y la aparición de la respuesta), y a menudo reciben su nombre basado en dichas características, por ejemplo, el componente positivo que aparece aproximadamente a los 300 milisegundos (ms) después de la presentación del estímulo se nombra P300. Además de las características mencionadas, existen otros elementos sumamente importantes a considerar en el estudio de los PRE, estos

son la distribución topográfica, la localización de las fuentes generadoras del PRE y la función del componente (Hernández-Barros, 2006).

Diversos estudios han abordado la meditación a partir de potenciales relacionados con eventos, relacionando principalmente los componentes CNV y P300 con procesos meditativos. Respecto al CNV, se ha reportado que dicho componente incrementa su amplitud de manera inmediata a la práctica de meditación (Panty et al., 1978), este incremento también se ha reportado después de un entrenamiento en meditación con duración de ocho semanas, teniendo una sesión de dos horas por semana y prácticas de 45 minutos durante 6 días a la semana, lo anterior en comparación con un grupo control (sin entrenamiento). Al respecto, se ha sugerido que dicho incremento pudiera estar relacionado con una mayor capacidad de concentración o control de los recursos atencionales (Bostanov et al., 2012).

Otro componente estudiado frecuentemente en relación con la meditación es el P300, pues múltiples trabajos han reportado variaciones en diversas características de este componente en relación con el ejercicio meditativo. Por ejemplo, se ha descrito un acortamiento de la latencia de dicho componente en áreas parietales (Pz) después de una práctica de meditación en comparación con estados de reposo (Travis & Miskov, 1994), además, se ha observado un incremento en su amplitud posterior al ejercicio de la meditación (Lakey, Berry & Sellers, 2011; Telles et al., 2019), al comparar meditadores expertos con individuos sin experiencia en meditación (van Leeuwen, Singer & Melloni, 2012) y a programas de entrenamiento basados en diversos tipos de meditación como “*Open monitoring*” y meditación compasiva (Murthy et al., 1997, 1998; Wong et al., 2018; Tarrant, Raines & Blaine, 2019). Tomando en cuenta que el P300 suele interpretarse como un índice o indicador de procesos cognitivos implicados en la atención y memoria (Polich, Ladish &

Burns, 1990), diversos autores han hipotetizado que el incremento en su amplitud puede reflejar efectos de la meditación en dichos procesos (van Leeuwen, Singer & Melloni, 2012; Telles et al., 2018; Tarrant, Raines & Blaine, 2019).

En términos generales, los trabajos realizados con diferentes análisis de la actividad EEG, señalan que los patrones de actividad eléctrica cerebral asociados a estados meditativos y entrenamientos basados en meditación, juegan un papel fundamental en la regulación de la atención.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México, más de la mitad de los jóvenes reclusos en los centros de justicia han cometido delitos violentos y cerca del 30% reincide en actos delictivos. El estudio de los mecanismos detrás del comportamiento violento ha identificado y enfatizado que las alteraciones en funciones ejecutivas como la memoria de trabajo, la flexibilidad mental, la planeación y sobre todo el control inhibitorio, resultan cruciales en la aparición y persistencia de conductas delictivas asociadas con la violencia, pues subyacen el comportamiento impulsivo, mismo que suele ser detonado de manera particular por estímulos emocionales de valencia negativa en jóvenes infractores. A nivel cerebral, estos jóvenes suelen presentar alteraciones en la estructura y función de regiones relacionadas con estos procesos, como la corteza prefrontal orbitomedial, dorsolateral, la corteza del cíngulo anterior, la amígdala y los tractos que las interconectan. Así mismo, se han referido anomalías en la actividad eléctrica cerebral, caracterizadas por una prevalencia de actividad lenta sobre regiones frontales, lo que suele reflejar inmadurez cortical en esta población.

Si bien la adolescencia supone un periodo crítico de formación y vulnerabilidad en el proceder ejecutivo, también representa una ventana de desarrollo para el mismo. En los últimos años, múltiples trabajos han notado que el ejercicio de la meditación promueve el florecimiento de la función ejecutiva. Favoreciendo cambios en la potencia (relativa y absoluta) y correlación EEG en bandas (theta y alfa) y regiones vinculadas con la conciencia y el manejo voluntario de la atención, recursos que favorecen los procesos ejecutivos y de regulación emocional. Esto plantea la utilidad de técnicas contemplativas en la rehabilitación de poblaciones carcelarias, pues además de lo ya mencionado, resulta rentable, pudiéndose

implementar en grupos relativamente grandes, requiriendo poco equipo y permitiendo que las personas capacitadas continúen practicando después de la intervención.

A pesar de lo anterior, el impacto de la meditación en poblaciones carcelarias aún resulta poco explorado, limitándose a la valoración de diversas sintomatologías a partir de auto-reportes. A la fecha, no conocemos trabajos que analicen a nivel conductual y fisiológico el efecto del entrenamiento basado en meditación sobre procesos ejecutivos cuyas alteraciones están estrechamente relacionadas con el comportamiento violento y / o criminal, y menos aún en presencia de estímulos emocionales que generalmente, comprometen el proceder ejecutivo de los jóvenes infractores.

Tomando en cuenta lo anterior y considerando que la violencia se asocia con alteraciones en los procesos ejecutivos, la regulación de emociones y alteraciones en la actividad EEG, nos preguntamos:

¿Cuál es el efecto de la meditación en el funcionamiento ejecutivo y la actividad EEG de jóvenes infractores?

Para contestar dicha pregunta se evaluó el efecto de un programa de meditación en el desempeño de jóvenes infractores en una serie de tareas de funcionamiento ejecutivo con estímulos neutros y emocionales, así como la actividad electroencefalográfica.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Determinar el efecto de la meditación en el funcionamiento ejecutivo en general, en el control inhibitorio ante estímulos emocionales y en la actividad eléctrica cerebral de jóvenes infractores.

4.2 Específicos

- Determinar el efecto de la meditación en las funciones ejecutivas (control inhibitorio, fluidez, flexibilidad mental, planeación y memoria de trabajo) por medio de la batería BANFE-II en jóvenes infractores.
- Determinar el efecto de la meditación en el control inhibitorio ante estímulos neutros y emocionales a través de la ejecución de tareas *stop-signal* en jóvenes infractores.
- Determinar el efecto de la meditación en la potencia absoluta y relativa en jóvenes infractores en estado de reposo y ante la focalización de la atención en la respiración.
- Determinar el efecto de la meditación en la correlación inter e intrahemisférica en jóvenes infractores en estado de reposo y ante la focalización de la atención en la respiración.

5. HIPÓTESIS

5.1 General

- Los jóvenes infractores mostrarán un mejor desempeño en las tareas que evalúan el funcionamiento ejecutivo en general y el control inhibitorio, así como cambios en la

actividad eléctrica cerebral después de un entrenamiento basado en meditación (en comparación con sus pares sin entrenamiento en meditación).

5.2 Particulares

- Los jóvenes infractores mostrarán un mejor desempeño en las tareas de funcionamiento ejecutivo contenidas en la batería BANFE-II después de un programa de meditación (en comparación con sus pares sin entrenamiento en meditación), particularmente en las tareas relacionadas con el funcionamiento de las cortezas orbitofrontal y medial.
- Los jóvenes infractores mostrarán un mejor desempeño en las tareas de control inhibitorio *stop signal* después de un programa de meditación (en comparación con sus pares sin entrenamiento en meditación). Este efecto será más evidente ante estímulos emocionales de enojo (en la tarea con estímulos emocionales).
- Los jóvenes infractores mostrarán una mayor potencia relativa en las bandas theta y alfa (1 y 2) después de un programa de meditación (en comparación con sus pares sin entrenamiento en meditación), tanto en estado de reposo como durante la focalización de la atención en la respiración.
- Los jóvenes infractores mostrarán una mayor correlación entre regiones frontales y posteriores, así como inter-hemisférica a nivel frontal en las bandas theta y alfa después de un programa de meditación (en comparación con sus pares sin entrenamiento en meditación), tanto en estado de reposo como durante la focalización de la atención en la respiración.

6. MÉTODO

6.1 Diseño de la investigación.

El presente proyecto de investigación es de tipo cuasi-experimental mixto. La muestra consta de 40 varones de 16 a 23 años, quienes conformaron 2 grupos: tratamiento y control, con 20 participantes cada uno. Se evaluó en dos momentos diferentes (antes y después de la intervención) el funcionamiento ejecutivo y la actividad EEG en reposo de ambos grupos (tratamiento y control). En un primer momento, todos los jóvenes fueron evaluados, posteriormente el grupo tratamiento (Tx) participó en el “Programa de Entrenamiento de la Atención Plena y el Auto Cuidado para Jóvenes”, el cual tiene una duración de 10 semanas (una sesión por semana), mientras que el grupo control no participó en dicho entrenamiento. Una vez concluidos los programas, ambos grupos pasaron por una segunda evaluación (post tratamiento) (figura 4).

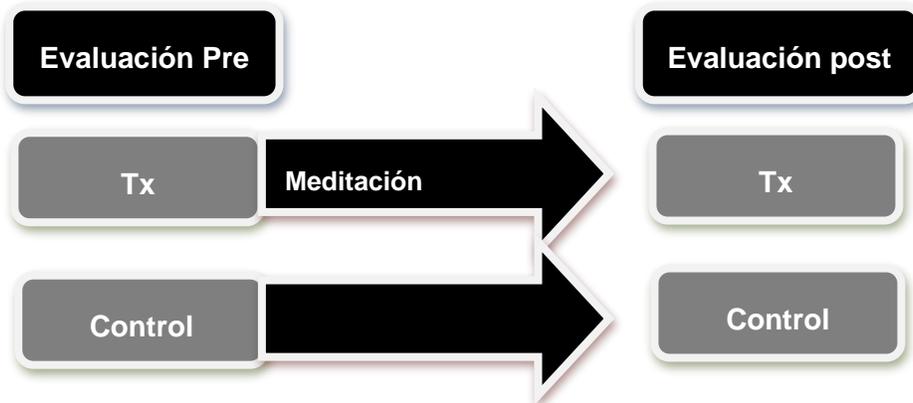


Figura 4. Diseño de la investigación.

6.2 Variables.

6.2.1 Independientes

1. Programa de Entrenamiento de la Atención Plena y el Auto Cuidado para Jóvenes

2. Tipos de estímulo emocional (en tarea de control inhibitorio): alegría, miedo, enojo y neutra (sin expresión facial de alguna emoción).

6.2.2 Dependientes

6.2.2.1 Conductuales

Puntuaciones de las baterías y tareas que miden el funcionamiento ejecutivo (BANFE-II, *Stop-it* y *Stop-Signal* con estímulos emocionales).

6.2.2.2 Electroencefalográficas

Potencia absoluta y relativa, correlación inter (r-inter) e intrahemisférica (r-intra) en las bandas delta, theta, alfa1, alfa2, beta1, beta2 y gama.

6.3 Participantes

Participaron 40 varones con edades de 16 a 23 años, detenidos por cometer algún delito violento (homicidio, tentativa de homicidio, robo con violencia o secuestro). La escolaridad de los jóvenes se presenta en la figura 5; de acuerdo con la versión abreviada del WAIS-III (Wechsler, 2003), los participantes presentaron un cociente intelectual estimado igual o mayor a 70.

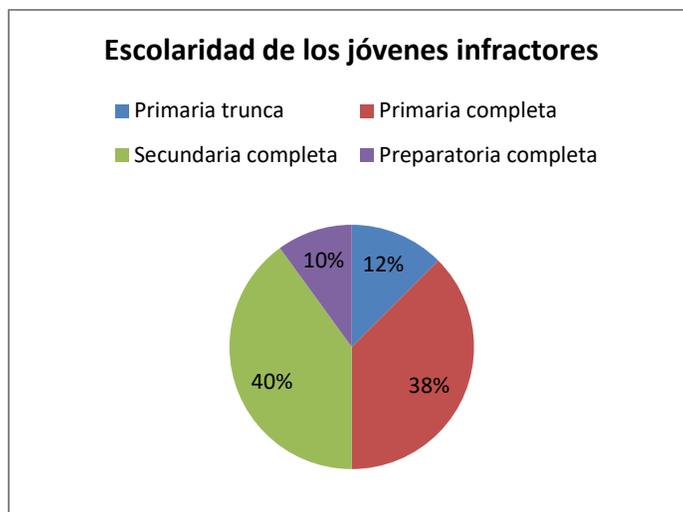


Figura 5. Escolaridad de los jóvenes infractores. Porcentaje de participantes que componen la muestra por grado de escolaridad.

El 32.5% (13) de los participantes reportó haber consumido regularmente más de una sustancia ilegal, mientras que el 22.5% (9) no reportó el abuso de ninguna sustancia. 20 participantes informaron haber consumido regularmente marihuana, 10 metanfetamina, 5 cocaína, 4 MDMA y 2 inhalantes. 17 reportaron el uso regular de alcohol y 9 de tabaco.

Con respecto al tipo de delito cometido, 5 de los participantes habían sido condenados por más de un delito, 19 por homicidio, 21 por robo con violencia, 4 por secuestro y 2 por intento de homicidio.

A continuación se muestran los criterios de inclusión y exclusión del presente estudio (tabla 1).

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión para los grupos tratamiento (Tx) y control.

	Criterios	Tx	Control
I N C L U S I Ó N	Cumplir con el programa de meditación	X	
	Cociente intelectual estimado igual o mayor a 70	X	X
	Género masculino	X	X
	Lateralidad derecha (para EEG)	X	X
	Edad de 16 a 23 años	X	X
	Haber cometido un delito violento antes de tener la mayoría de edad	X	X
	Permanencia por lo menos de 3 meses en el centro de menores a partir del tamizaje	X	X
E X C L U S I Ó N	Que el registro EEG no cuente con el número suficiente de segmentos libres de artefactos	X	X
	Que el menor se presente ante la influencia de alguna droga	X	X
	Que el menor sea puesto en libertad	X	X

A continuación se describen a detalle los instrumentos implementados en el presente estudio, tanto en la selección de la muestra, como en su caracterización y fase experimental.

6.4 Instrumentos

6.4.1 Selección de la muestra

- **Cociente intelectual:** para medir el cociente intelectual se utilizó una versión abreviada de las escalas de inteligencia de Wechsler (Wechsler, 2001), esta permite calcular un CI estimado a partir de la aplicación de dos sub escalas: Vocabulario y Diseño con Cubos.

- **Vocabulario:** está compuesta por dos tipos de reactivos: verbales y con dibujos. En los verbales se presentan 36 palabras y se le cuestiona al participante: ¿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 participante: ¿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:** esta sub-prueba se compone de 14 reactivos, los cuales tienen la finalidad de evaluar las capacidades de percepción y análisis del adolescente. Implica la descomposición de una imagen en partes para posteriormente crear un diseño idéntico. Es una tarea no verbal de formación de conceptos que demanda una organización perceptual y conceptualización abstracta.

Para calcular el CI estimado, las calificaciones obtenidas en ambas sub-pruebas se suman, dicha suma se multiplica por tres y a esto se le suma 40. Con base en esto, se incluyeron en el estudio sólo aquellos jóvenes que presentaron un CI estimado igual o mayor a 70.

6.4.2 Caracterización de la muestra

Con la finalidad de caracterizar a la muestra se exploró la sintomatología de ansiedad y depresión, pues son variables que frecuentemente acompañan en mayor o menor grado

a los jóvenes infractores. Estas variables sólo se midieron una vez (no se aplicaron pre-post tratamiento), y aunque no se consideraron para seleccionar a los participantes, sí permiten una mejor interpretación de nuestros hallazgos. A continuación, se describen los instrumentos con los que se caracterizó a la muestra:

- **Ansiedad:** Se utilizó el Inventario de Ansiedad de Beck (Robles et al., 2001), el cual mide de manera auto informada el grado de ansiedad. Está especialmente diseñada para medir los síntomas de la ansiedad menos compartidos con los de la depresión; en particular, los relativos a los trastornos de angustia o pánico y ansiedad generalizada, de acuerdo con los criterios sintomáticos que se describen en el DSM-III-R para su diagnóstico.
- **Depresión:** Se utilizó el Inventario de Depresión de Beck (Jurado et al., 1998), el cual consiste en un auto informe de lápiz y papel compuesto por 21 ítems de tipo Likert, los cuales se basan en la sintomatología que suelen presentar los pacientes psiquiátricos con depresión. El test está estandarizado para la población mexicana y es aplicable para individuos de 13 años de edad en adelante.

6.4.3 Experimentales

Funciones Ejecutivas

Para la evaluación de las funciones ejecutivas se utilizó la Batería para la Evaluación de las Funciones Ejecutivas (BANFE, Flores et al., 2014), una tarea Stop-Signal con estímulos neutros (STOP-IT, Verbruggen, Logan & Stevens, 2008) y una tarea Stop-Signal con estímulos emocionales diseñada en el Laboratorio de Estrés y Neurodesarrollo del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara.

- **Batería para la Evaluación de las Funciones Ejecutivas (BANFE, Flores et al. 2014):** Puede aplicarse a personas de entre 6 y 80 años. Abarca múltiples tareas que miden distintas funciones ejecutivas, agrupando los resultados en cuatro puntajes: un puntaje total (Funcionamiento Ejecutivo Total) y tres índices en los que se agrupan las diferentes tareas con base en un criterio anátomo-funcional (tabla 2).

Tabla 2. Tareas que componen el BANFE según el área de la CPF con la que está relacionada y la función que mide (Flores et al., 2014).

Área de la CPF (índice subtotal)	Función que evalúa	Tarea
Corteza orbitofrontal y corteza prefrontal medial (Orbitomedial)	Control Inhibitorio	Stroop
	Seguimiento de reglas	Laberintos
	Procesamiento riesgo-beneficio	Juego de cartas
Corteza prefrontal anterior	Metamemoria	Metamemoria
	Comprensión de sentido figurado	Selección de refranes
	Actitud abstracta	Clasificaciones semánticas
Corteza prefrontal dorsolateral	Fluidez verbal	Fluidez verbal
	Flexibilidad mental	Clasificación de cartas
	Planeación visoespacial	Laberintos
	Planeación secuencial	Torre de Hanoi
	Secuenciación inversa	Suma y resta consecutiva
	Memoria de trabajo visual autodirigida	Señalamiento autodirigido
	Memoria de trabajo verbal-ordenamiento	Ordenamiento alfabético de palabras
	Memoria de trabajo visoespacial-secuencial	Memoria de trabajo visoespacial

Para una mejor comprensión del impacto de la meditación sobre los distintos procesos ejecutivos, el análisis de los resultados no se limitó a las puntuaciones estandarizadas del BANFE agrupadas en los índices propuestos por la misma batería (tabla 2), sino también se utilizó la clasificación que se presenta a continuación (tabla

3), integrando las tareas Stop-Signal en el apartado de control inhibitorio y analizando las puntuaciones crudas para cada prueba.

Tabla 3. Funciones ejecutivas a evaluar, batería o prueba a la que pertenecen y tareas relacionadas con ellas.

Funciones Ejecutivas	Batería o prueba	Tarea
Actualización	BANFE	Señalamiento auto dirigido
		Memoria de trabajo visoespacial
		Ordenamiento alfabético de palabras
		Suma y resta consecutiva
Flexibilidad mental	BANFE	Clasificación de cartas
Control inhibitorio	BANFE	Stroop (A y B)
	STOP-IT	Stop-Signal con estímulos neutros
	Stop-Signal con estímulos emocionales	Stop-Signal con estímulos emocionales
Planeación	BANFE	Laberintos
		Torre de Hanoi
Toma de decisiones	BANFE	Juego de cartas
Abstracción	BANFE	Clasificación semántica
		Selección de refranes
Fluidez	BANFE	Fluidez verbal

A continuación, se explicará brevemente en qué consiste cada una de las tareas con base en la clasificación propuesta en la tabla 3.

- **Actualización**

Señalamiento autodirigido

Es una prueba de memoria de trabajo auto dirigida. Se conforma de una lámina con figuras de objetos y animales. Se le pide al individuo que señale con el dedo todas las figuras sin excepción. Las reglas estipulan que no debe señalar una figura que esté alrededor de la

anteriormente señalada (ya sea arriba, abajo, a la izquierda, a la derecha o las que estén en diagonal). Las puntuaciones obtenidas en este caso son 4: el tiempo de ejecución, las figuras señaladas más de una vez, las figuras no señaladas y los aciertos.

Memoria de trabajo visoespacial

Basada y adaptada de la prueba de cubos de Corsi (Lezak, 1994), pero agrega la variante propuesta por Goldman-Rakic (1998) de señalar figuras que representen objetos reales. La tarea consta de 4 listas que van incrementando el número de figuras de 4 a 7 elementos. Empezando con la lista más sencilla, el evaluador debe señalar los elementos de ésta en un orden específico, cuando termine, se le pide al participante que señale las mismas figuras en el mismo orden. Las puntuaciones obtenidas de la prueba son 4: errores de orden (cuando se señala una figura en un orden que no corresponde con la secuencia original), errores de sustitución (cuando se señala una figura que no corresponde a la secuencia original), cuando una figura se señala más de una vez por lista y la secuencia máxima (hasta qué nivel o qué número de lista llegó).

Ordenamiento alfabético de palabras

Es una tarea propuesta por Collete y Andres (1999) para evaluar memoria de trabajo. Se le presentan al participante 3 listas que van de 5 a 7 palabras cada una, las cuales empiezan con una vocal o una consonante para que éste las ordene mentalmente y las diga luego en orden alfabético. Las puntuaciones obtenidas de esta prueba son 4: número de intentos para reproducir cada lista correctamente (hasta 5 intentos o ensayos), palabras que se repiten más de una vez en un ensayo, palabras que se mencionan pero que no se están originalmente en la lista y errores de orden.

Resta y suma consecutiva

Evalúa la capacidad para realizar operaciones de cálculo simple, en secuencia inversa. En la prueba de resta consecutiva se le pide al participante que reste de forma consecutiva una cantidad (de 3 en 3 o de 7 en 7 por ejemplo) hasta llegar al número mínimo (2 o 1 por ejemplo). En las sumas consecutivas es la misma instrucción, pero en vez de restar, se va sumando. Las puntuaciones obtenidas en ambas tareas son 3: los aciertos, los errores y el tiempo de ejecución.

- **Flexibilidad mental**

Clasificación de cartas

Esta prueba se basa en el test “*Wisconsin card sorting test*” y estima la capacidad de flexibilidad mental. Presenta un mazo de cartas las cuales tienen 4 figuras geométricas diferentes (círculo, cruz, estrella y triángulo), a su vez las cartas tienen 2 propiedades más: número y color. Se le proporciona al participante 64 cartas y se le pide que las acomode debajo de una de las 4 cartas de base que se presentan en una lámina de acuerdo con un criterio que el participante debe generar, ya sea color, forma o número. La decisión correcta es establecida por un criterio arbitrario del evaluador (y según la secuencia establecida por la prueba). Las puntuaciones obtenidas en esta prueba son 2: los aciertos (correspondencia del criterio de evaluación del participante con la del evaluador) y los tipos de errores (que son 4: error en el criterio elegido, perseveraciones, perseveraciones diferidas, errores de mantenimiento).

- **Control inhibitorio**

Stroop

Consiste en una lámina integrada por columnas de seis palabras de nombres de colores. Existen dos condiciones, una neutral y otra conflictiva. En la neutral se le pide al participante que sólo lea la palabra impresa (la palabra corresponde al color en la que está impresa, creando un efecto de relación palabra-color). En la condición conflictiva se le pide a la persona que diga el color en el que está impresa la palabra (no hay relación palabra-color).

La prueba consta de dos partes. La primera denominada Stroop-A se le pide al participante leer la palabra escrita, excepto cuando ésta esté subrayada, en tal caso se le pide que diga el nombre del color en el que la palabra está impresa y no lo que está escrito. En la segunda parte o Stroop-B, el evaluador señalará las diferentes columnas y le va pidiendo al participante que diga lo que está escrito, excepto cuando el evaluador diga la palabra “color”, la persona debe decir el color en el que están escritas las palabras en vez de leerlas. Las puntuaciones obtenidas en ésta prueba son 3: error stroop (cuando se denomina mal el color), error no stroop (cuando no se leyó correctamente la palabra) y los tiempos de ejecución.

STOP-IT (Tarea Stop-Signal con estímulos neutros)

La tarea fue desarrollada por Verbruggen, Logan y Stevens (2008) y se basa en el modelo de “carrera de caballos” de Logan y Cowan (1984). Este plantea el proceder inhibitorio como resultado de una carrera entre un proceso de movimiento (activado por la presentación del estímulo *go*) y un proceso de parada (desencadenado a partir del estímulo

stop). Cuando el proceso de parada concluye antes del movimiento, la respuesta es inhibida, en caso contrario, la respuesta es emitida.

La tarea consta de dos fases, la primera denominada “fase de prueba”, y consiste en un bloque de 32 ensayos. A ésta, le sigue la “fase experimental”, la cual comprende tres bloques, cada uno con 64 ensayos.

En ambas fases, cada ensayo inicia con la aparición de una cruz en el centro de la pantalla, la cual permanece durante 250 milisegundos para dar paso al estímulo *Go*, donde el participante debe contestar tan rápido como le sea posible con la tecla “z” si el estímulo es un cuadrado, o la tecla “-“ si el estímulo es un círculo. En los ensayos *Stop* (los cuales aparecen en un 25% de los ensayos), se presenta una señal auditiva (señal de alto) milisegundos (ms) después de la aparición del estímulo *Go* (cuadrado o círculo), y demanda al individuo inhibir su respuesta. El tiempo que tarda en aparecer el estímulo *Stop* después del *Go* es variable y se denomina “*Stop Signal Delay*” (SSD), inicialmente es 250ms y se ajusta al desempeño del usuario, es decir, cuando la inhibición es exitosa aumenta 50ms, en su defecto, disminuye 50ms.

Aunado a lo anterior, la tarea genera un estimador del tiempo o velocidad del proceso de inhibición (frenado de la respuesta), denominado *Stop-Signal Reaction-Time* (SSRT), este corresponde al intervalo de tiempo que se encuentra entre el inicio del proceso de frenado (SSD promedio) y el tiempo de reacción promedio (Introzzi et al., 2014).

Las puntuaciones arrojadas por la tarea son el promedio de SSD y de SSRT, el promedio del tiempo de reacción (RT) y el porcentaje de respuestas correctas.

Tarea Stop-Signal con estímulos emocionales

En esta investigación se empleó una tarea *stop-signal* basada en la desarrollada por Verbruggen, Logan y Stevens (2008). Los estímulos *go* consistieron en fotografías de rostros de hombres y mujeres, de entre 18 y 50 años (adultos), con expresión de miedo, alegría, enojo y neutra. Para ello, se utilizaron fotografías contenidas en una base de datos del laboratorio de estrés y neurodesarrollo (Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara), estas han sido piloteadas en múltiples ocasiones y utilizadas en diversos trabajos de tesis y artículos publicados (Laguna-Macías, 2015; Ron-Grajales, 2015; García-León, 2016; Sanz-Martin & Calderón-Zepeda, 2016). Las imágenes fueron en blanco y negro con una resolución de 640x480 píxeles. Cada fotografía permaneció en la pantalla por 1000 ms., habiendo un intervalo inter-estímulo de 2000 ms. El ensayo *go* demanda a los participantes oprimir el botón derecho del ratón cuando aparece un rostro femenino y el botón izquierdo cuando ven un rostro masculino.

Durante los ensayos *stop*, se escucha un sonido de campana (señal de alto) milisegundos después de la aparición de fotografías de hombres o mujeres con distintas expresiones emocionales; demandando la supresión de la respuesta en curso. El tiempo que tarda en aparecer el estímulo *stop* es variable, apareciendo inicialmente a 250 ms y puede disminuir hasta los 100ms.

Los ensayos *stop* están intercalados entre los ensayos *go* de manera aleatoria en una proporción de 1 a 4, representando el 25% del total de los ensayos de la prueba.

La tarea está conformada por 160 ensayos divididos en dos secuencias de 80 ensayos cada una. Cada ensayo tiene una duración de 3000 ms (1000 ms del estímulo y 2000 ms del intervalo inter-estímulo). 120 ensayos son del tipo *go* y 40 del tipo *stop* (figura 6).

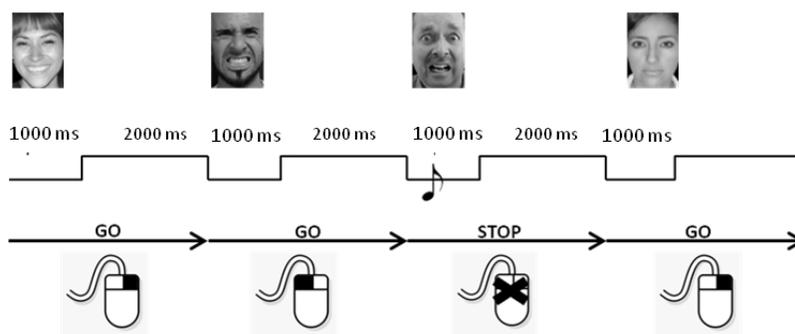


Figura 6. Tarea de inhibición motriz con estímulos emocionales (*stop-signal*).

Las puntuaciones arrojadas por la tarea son el promedio del tiempo de reacción (RT), el promedio de las respuestas correctas, el promedio de los errores de comisión (cualquier respuesta en ensayos *Stop*) y las omisiones incorrectas (inhibición de respuesta en ensayos *GO*), todas ellas en general y por tipo de estímulo emocional.

- **Planeación**

Laberintos

La prueba contiene 5 laberintos que incrementan su nivel de dificultad. Ésta prueba permite evaluar la capacidad de la persona para respetar límites y planear la ejecución motriz para llegar a una meta. Se pide al participante que resuelva cada uno de los laberintos en el menor tiempo posible con algunas reglas: no se pueden tocar paredes ni atravesarlas y no se puede levantar el lápiz una vez que haya iniciado con la prueba.

Las puntuaciones obtenidas aquí son 4: son el número de veces que toca las paredes,

que la atraviesa, que entra a un camino sin salida (catalogado como error de planeación) y los tiempos de ejecución.

Torre de Hanoi

Ésta prueba evalúa la capacidad para planear varias acciones que sólo en secuencia pueden permitir alcanzar la meta propuesta (Dehaene & Changeux, 1997). La tarea está compuesta por una base de madera con tres estacas o palos de madera puestos en vertical y 3 o 4 fichas redondas de distinto tamaño. Existen reglas para llevarla a cabo: sólo se puede mover una ficha a la vez, una ficha más pequeña no puede estar debajo de una más grande y siempre que se toma una ficha debe acabarse el movimiento antes de empezar con uno nuevo. El objetivo de la tarea es trasladar el acomodo original de la estaca de un extremo a la estaca del extremo opuesto. Las puntuaciones obtenidas aquí son 3: número de errores (tipo 1: mover más de un disco a la vez, tipo 2: colocar un disco más grande encima de uno más pequeño), número de movimientos y tiempo de ejecución.

- **Toma de decisiones**

Juego de cartas

Es una adaptación de la prueba de cartas Iowa (Kerr y Zelazo, 2003). Evalúa la capacidad para tomar decisiones y relaciones riesgo-beneficio. Se le dice a la persona que el objetivo del juego es obtener las mayores ganancias posibles, pero no se le explica mucho más (para crear un escenario incierto). Hay grupos de cartas que el participante va eligiendo de una por una, por cada carta, el evaluador abrirá otra carta correspondiente, la cual indicará los castigos obtenidos en cada caso. Las cartas que el participante elige van del 1 al 5. Las

cartas 1, 2 y 3 tienen castigos menores y aparecen con menor frecuencia. Las cartas 4 y 5 tienen castigos más costosos y frecuentes. Las puntuaciones obtenidas en esta prueba son 2: los puntos obtenidos y el porcentaje de riesgo (promedio de las selecciones de cartas 4 y 5).

- **Abstracción**

Clasificaciones semánticas

Esta prueba estima la capacidad para analizar y agrupar una serie de figuras de animales en el mayor número posible de categorías semánticas. Se le presenta al participante una lámina con 30 figuras de animales y se le pide generar todas las categorías que se le ocurran en un lapso de 5 minutos. Las puntuaciones obtenidas en este caso son 6: número de categorías concretas (características perceptuales o físicas), número de categorías funcionales (propiedades activas de los animales), número de categorías abstractas (como mamífero, doméstico, marinos, etc.), promedio de elementos incluidos en cada una de las categorías, promedio total de todas las categorías y puntuación total.

Selección de refranes

La prueba fue propuesta por Luria (1986) y Lezak (1994) para evaluar la selección entre varias alternativas de respuesta. Para realizar esta prueba se necesita un análisis activo de las palabras que componen al refrán, para así acceder al conocimiento semántico y determinar el significado de cada uno de sus elementos. Se muestran 5 refranes al participante y tres opciones de respuesta para cada uno (una respuesta incorrecta, una respuesta cercana y una respuesta correcta). Las respuestas son una explicación o significado de cada refrán. Las puntuaciones obtenidas de esta tarea son 2: los aciertos y el tiempo de ejecución.

- **Fluidez**

Fluidez verbal

Evalúa la capacidad para seleccionar y reproducir de forma eficiente la mayor cantidad de verbos posibles. Se le pide al participante que diga todos los verbos que se le ocurran y que tendrá un minuto para decirlos, los verbos tienen que estar en infinitivo (como correr, jugar, comer). Las puntuaciones obtenidas en este caso son 3: aciertos, intrusiones (palabras que no son verbos) y mencionar dos o más veces un mismo verbo.

6.4.4 Registro y análisis EEG

Se registró la actividad EEG en las siguientes derivaciones: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, C3, C4, P3, P4, O1 y O2 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 cardíaca. El registro se llevó a cabo por medio de un polígrafo Neuroscan modelo NuAmps. Se utilizaron electrodos tipo platillo de plata clorurada. Se procuró mantener la impedancia de los electrodos por debajo de los 10Kohms. Se tomaron muestras de 500 puntos, con una frecuencia de muestreo de 500Hz.

En primera instancia, se registró durante 5 minutos la actividad EEG en estado de reposo con los ojos cerrados, posteriormente se registró el EEG durante 5 minutos en condición de concentración bajo la siguiente instrucción: *“Durante los siguientes 5 minutos vas a cerrar tus ojos y vas a centrar tu atención en la respiración y en las sensaciones que esta provoca, cada vez que tu atención se disperse vuelve a la respiración”*. Fuera de línea,

se revisó el EEG y se eliminaron los segmentos contaminados. Posteriormente, se realizó la Transformada rápida de Fourier y se calcularon las potencias absoluta y relativa, así como las correlaciones intra¹ e inter-hemisférica² en las siguientes bandas de frecuencia: delta (1-3.5 Hz), theta (4-7.5 Hz), alfa1 (8-10.5 Hz), alfa2 (11-13.5 Hz), beta1 (14-19.5 Hz), beta2 (20-30.5 Hz) y gama (31-50.5 Hz). Con la finalidad de normalizar los datos, se transformó potencia a logaritmos y las correlaciones a valores zetas de Fisher.

6.4.5 Tratamiento

Programa de Entrenamiento de la Atención Plena y el Auto Cuidado para Jóvenes: es un protocolo de intervención basado en meditación el cual tiene una duración de diez semanas (una sesión por semana, con una duración de una hora), fue diseñado por el Centro de desarrollo y Atención Terapéutica CEDAT AC (Castañeda-Torres et al., 2019), en conjunto con Valentín Méndez³ para su aplicación con jóvenes infractores y se basa en otros protocolos de meditación como el “*selfmindful compassion*” (Neff & Germer, 2013), el “.b” (*dot-be*) (*the mindfulness in schools project*) (Burnett, Cullen & O'Neill, 2011), el “*mindfulness based relapse prevention for addictive behavior*” (Bowen, Chawla & Marlatt, 2010) y el “*compassion cultivation training*” (Jinpa, 2010). El objetivo del programa consiste en desarrollar las habilidades de auto-consciencia, auto-regulación emocional y control de impulsos así como enseñar estrategias para cultivar las actitudes de amabilidad y

¹ 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.

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

³Psicólogo certificado por el CCARE de la Universidad de Stanford como “Entrenador del Cultivo de la Compasión”, certificado por el Santa Bárbara Institute for Consciousness Studies como “Entrenador del Cultivo del Balance Emocional” y certificado como facilitador del currículum “.b” diseñado por The Mindfulness in Schools Project de Inglaterra para enseñar Mindfulness a jóvenes.

calidez hacia uno mismo y hacia los demás mediante las prácticas de meditación y compasión.

El programa compila ejercicios provenientes de distintas técnicas de meditación como atención focalizada, atención plena y compasión. A lo largo del entrenamiento, se integran diferentes ejercicios de meditación, comenzando por el más simple (enfocando la atención en la respiración y volviendo a ella cada vez que te distraes), aumentando en tiempo y complejidad. En adición a la práctica meditativa, cada sesión del protocolo incorpora un momento de indagación, en el cual se exhorta a los participantes a notar, clarificar y reorganizar las sensaciones y/o pensamientos generados a partir de la meditación realizada. Esto pretende que el joven desarrolle estrategias que favorezcan una aproximación consciente a sus sensaciones y pensamientos, así como detectar los efectos de la práctica sobre los mismos.

Los ejercicios contenidos en el programa se reducen en tiempo a diferencia de otros protocolos, ya que, en general, las poblaciones carcelarias en México generalmente no están muy familiarizadas con los contenidos y las prácticas de meditación.

Cada sesión abarca contenido teórico sobre la meditación y su utilidad en la vida cotidiana, abordando un tema particular por sesión (tabla 4), de esta manera, el instructor presenta el tema y lo discute en un formato grupal, posteriormente, se introducen y practican ejercicios de meditación (como meditación sentada y en movimiento, exploración del cuerpo y meditación de compasión). Para concluir la sesión, se alienta a los participantes a compartir su experiencia durante los ejercicios y reflexionar sobre la utilidad de implementar estos ejercicios en diversas situaciones de la vida diaria. Cada sesión incluye ejercicios de tarea

que los participantes deben completar durante la semana. Los contenidos y ejercicios estudiados en cada clase se revisan brevemente al comienzo de la siguiente.

Tabla 4. Estructura del Programa de Entrenamiento de la Atención Plena y el Auto Cuidado para Jóvenes

Sesión	Tema	Objetivo
1	El estado habitual de la mente y cómo se entrena	Reflexionar sobre la importancia del estado de la mente en la vida cotidiana, normalizando el hecho de que la mente es naturalmente distraída y clarificando que ésta se puede entrenar.
2	Practicando la Atención Plena	Que los participantes se familiaricen con el entrenamiento en atención plena e identifiquen que se puede realizar en cualquier situación y que se pueden beneficiar de sus efectos en cualquier contexto.
3	Haciéndonos conscientes de los impulsos automáticos	Experimentar los impulsos automáticos con atención plena como un mecanismo para responder de forma consciente en lugar de reaccionar de forma automática
4	Reconociendo la Preocupación I	Reflexionar acerca del impacto que los impulsos tienen en el consumo de sustancias, en la realización de conductas agresivas y en otras conductas de riesgo. Así como reconocer el impacto de la preocupación en el estado emocional y en las conductas.
5	Reconociendo la Preocupación II	Ofrecer estrategias para reconocer los pensamientos como tales, evitando confundir el contenido del pensamiento con la realidad.
6	Cambiando la relación con las emociones y las situaciones difíciles I	Experimentar con la atención plena y el cuidado a uno mismo como un mecanismo para manejar las emociones difíciles.
7	Cambiando la relación con las emociones y las situaciones difíciles II	Ofrecer estrategias basadas en atención plena que permitan transformar la experiencia de las situaciones retadoras.
8	Atención plena, empatía y cuidado de otros	Emplear los fundamentos de la atención plena para cultivar empatía y la actitud de cuidado hacia sí mismos y hacia los demás.

9	Atención Plena y Cuidado de Uno Mismo	Que los participantes sepan que además de tener una relación con los demás también tienen una relación consigo mismos que impacta su estado emocional y sus relaciones interpersonales, ofreciéndoles las estrategias de la Atención Plena y Cuidado de uno mismo como formas de transformar positivamente la forma en que se tratan a sí mismos.
10	Disfrutar y Agradecer	Experimentar con atención plena lo agradable y lo que si les ha sido dado a los participantes a lo largo de su vida como un mecanismo de contrarrestar el sesgo natural de la mente hacia lo negativo y hacia ver lo que no hay.

El programa fue piloteado con jóvenes infractores del Centro de Observación, Clasificación y Diagnóstico del Estado de Jalisco (Tutelar) y el Centro de Atención Integral Juvenil del Estado de Jalisco (Granja), ambos en la ciudad de Guadalajara.

6.5 Procedimiento

Para la selección de participantes, se contactó con el Centro de Observación, Clasificación y Diagnóstico del Estado de Jalisco (Tutelar) y el Centro de Atención Integral Juvenil del Estado de Jalisco (Granja), se realizaron acuerdos con ambos centros para evaluar e implementar el programa con jóvenes internos. Se realizó un acercamiento lúdico con los jóvenes candidatos a participar en el presente estudio, se revisaron sus expedientes y se recabó información complementaria a través de entrevistas con miembros del personal de la institución (encargados de llevar los casos de los candidatos). Se detectaron y entrevistaron a 87 infractores que cumplían con el perfil de candidatos (ver ANEXO 1). Se les explicó el proyecto y se les pidió su consentimiento para colaborar en el estudio, 4 de ellos optaron por no participar. De los 83 candidatos restantes, 14 no cumplieron con uno o varios criterios de inclusión, por lo que no fueron incorporados al presente estudio.

69 jóvenes infractores fueron evaluados mediante las tareas de funcionamiento ejecutivo y el registro de la actividad EEG. Las mediciones se realizaron dentro de las instituciones correspondientes y en fechas y horarios propuestos por las mismas.

Se tuvieron tres sesiones experimentales por cada participante en cada fase (pre y post), en una sesión se aplicó la batería BANFE-II, en la segunda sesión se aplicó el paradigma *stop-signal* y en la tercera se realizó el registro de la actividad EEG.

Durante la sesión experimental cada participante permaneció sentado cómodamente, se le explicaron las instrucciones para cada subprueba de la tarea BANFE-II y se verificó que el participante tuviera una clara comprensión de ellas.

Durante las tareas de control inhibitorio, cada joven permaneció sentado cómodamente frente a un monitor de computadora, se le explicó la tarea a realizar y se aplicó un bloque de prueba, el cual tiene una menor duración a los bloques experimentales y cumple con dos funciones: la primera es entrenar la respuesta rápida del participante, la segunda es verificar que el participante haya entendido las instrucciones para realizar la tarea; una vez terminado el bloque de prueba, el joven realizó los bloques experimentales de cada tarea.

Para el registro de la actividad EEG, el participante permaneció sentado cómodamente, se le colocaron los electrodos y se registró la actividad EEG durante cinco minutos en reposo con ojos cerrados y durante cinco minutos en condición de concentración.

Una vez concluidas las evaluaciones previas al entrenamiento basado en meditación, se asignaron de manera aleatoria 40 jóvenes infractores al grupo tratamiento y 29 al grupo control (previendo el posible abandono del tratamiento).

El grupo tratamiento participó en el entrenamiento basado en meditación descrito anteriormente. El programa fue impartido por dos instructores con al menos 5 años de experiencia en la práctica de la meditación y 3 guiando grupos en la práctica meditativa.

Además de contar con múltiples certificaciones en modelos de intervención (basados en meditación) y un curso de formación especializado en el protocolo utilizado en el presente proyecto.

17 participantes abandonaron el entrenamiento en meditación (por voluntad propia o liberación antes de la fecha prevista). Posterior a la fase de entrenamiento, 3 jóvenes del grupo tratamiento y 9 del grupo control abandonaron el estudio (por voluntad propia o liberación antes de la fecha prevista). Finalmente, se analizaron los datos de 40 jóvenes infractores (20 del grupo tratamiento y 20 del grupo control).

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.

6.7 Análisis estadístico

Puntuaciones de tamizaje y variables conductuales

En primera instancia, se realizaron las pruebas de Levene y Shapiro-Wilk para determinar si los datos presentaban varianzas similares y una distribución normal, respectivamente. Con base en los resultados obtenidos en dichas pruebas, se utilizó la prueba t de Student para grupos independientes para explorar las diferencias entre los grupos en las variables edad, escolaridad, cociente intelectual, ansiedad, depresión y TEPT. Así como para comparar los puntajes (estandarizados) de la prueba BANFE obtenidos por ambos grupos en la evaluación pre-tratamiento (para descartar diferencias de origen).

Se utilizaron análisis de varianza (ANDEVAS) de parcelas divididas (2x2) para comparar las puntuaciones estandarizadas (subíndices) arrojadas por la prueba BANFE (tabla 5) y análisis a posteriori de Bonferroni para conocer el sentido de las diferencias.

La gran mayoría de los puntajes crudos obtenidos de las pruebas BANFE y *Stop-Signal* no cumplieron con los criterios de normalidad y / o homocedasticidad, por ello, se usaron pruebas de rango con signo de Wilcoxon para comparar los puntajes pre y post tratamiento para cada grupo, de igual manera, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los puntajes de ambos grupos al inicio y en la fase posterior al tratamiento. Para todos los análisis descritos, el valor de α se estableció en 0.05. Finalmente, se calculó la *r* de Cohen para estimar los tamaños del efecto.

En la actividad EEG, se implementaron análisis de varianza (2x2) para las potencias (absoluta y relativa) y correlaciones (inter e intra hemisféricas) en cada banda (delta, theta, alfa1, alfa2, beta1, beta2, gama) y derivación. Además de análisis a posteriori de *Tukey* para conocer el sentido de las diferencias.

Tabla 5. Análisis de varianza de 2x2 (dos grupos x dos condiciones) utilizado para comparar el desempeño y actividad EEG de los grupos (control y tratamiento) antes y después del entrenamiento en meditación.

Grupos	Condición	
	Pre	Post
TX	1	2
CT	3	4

7. RESULTADOS

7.1 Caracterización de la muestra

Los grupos no presentaron diferencias en términos de edad, escolaridad o CI; tampoco en los puntajes de ansiedad y depresión (tabla 6).

Tabla 6. Características de los grupos control y tratamiento (medias y desviaciones estándar) con comparaciones estadísticas para las puntuaciones de las escalas de CI, ansiedad y d epresión.

	Control	Tratamiento	Comparaciones	
	Media (DE)	Media (DE)	t ₃₈	p
Edad	19.5 (1.79)	18.65 (1.75)	1.51	.13
Escolaridad (años)	7.4(2.3)	8.35 (2.3)	-1.30	.20
CI	92.25 (11.26)	95.2 (11.07)	-.83	.40
Ansiedad	11.55 (6.17)	9.7 (3.74)	1.14	.25
Depresión	11.25 (5.9)	8.65 (4.12)	1.61	.11

Las comparaciones muestran los valores de t_{gl} y significancia (p) de las pruebas t realizadas para comparar los resultados obtenidos por los grupos en cada variable. N=40.

7.2 Tareas de funciones ejecutivas

7.2.1 Batería BANFE

Puntuaciones estandarizadas

Las pruebas (t de *Student*) utilizadas para comparar los puntajes estandarizados de ambos grupos en la evaluación pre-tratamiento no mostraron diferencias significativas, ni en el rendimiento total de la prueba (Funcionamiento ejecutivo), ni en ninguno de los sub-índices (figura 7).

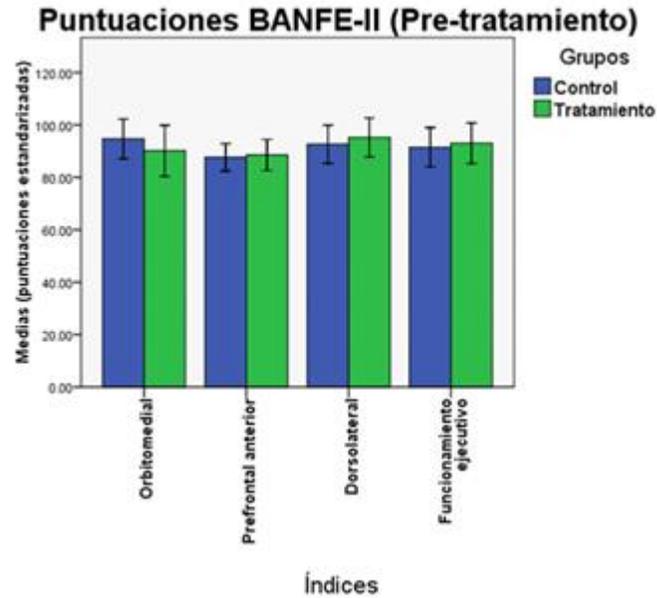


Figura 7. Puntajes estandarizados ($MD \pm 1.96$ E.E.) obtenidos por los grupos control y tratamiento en la ejecución pre-tratamiento de la prueba BANFE-II.

Al comparar el desempeño pre y post-tratamiento de ambos grupos en la batería BANFE-II (puntuaciones estandarizadas), sólo se encontraron diferencias por fase ($F_{(1,38)} = 5.77$ $p=0.02$) y en la interacción fase*grupo ($F_{(1,38)} = 5.03$ $p=0.03$) en el sub-índice Orbitomedial, mostrando el grupo Tratamiento un incremento en dicho índice durante la evaluación post-intervención (figura 8 y 9). Este subíndice refleja el rendimiento en tareas que evalúan control inhibitorio, seguimiento de reglas y procesamiento riesgo-beneficio.

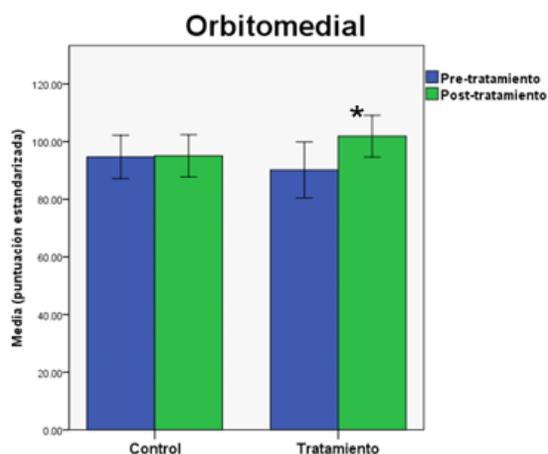


Figura 8. Puntajes estandarizados (MD ± 1.96 E.E) obtenidos por los grupos Control y Tratamiento en el subíndice Orbitomedial. * p < 0.05.

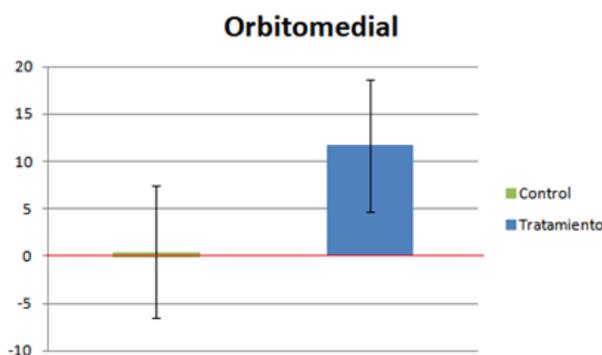


Figura 9. Medias de las diferencias (Post-Pre) (MD ± 1.96 E.E) registradas por los grupos Control y Tratamiento en el índice Orbitomedial.

Puntuaciones crudas

Grupo control (Pre vs Post-tratamiento)

La comparación de las puntuaciones crudas obtenidas por el grupo control en la fase pre y post-tratamiento, evidenció diferencias en los tiempos de ejecución en tareas de señalamiento autodirigido ($Z = -2.25$, $p = .02$), selección de refranes ($Z = -2.16$, $p = .03$), suma consecutiva ($Z = -2.40$, $p = .01$) y laberintos ($Z = -2.09$, $p = .03$), registrando menores tiempos en la realización de dichas tareas durante la evaluación post-tratamiento (tabla 7). No se encontraron diferencias en ninguna de las tareas *Stop-Signal*.

Tabla 7. Comparaciones estadísticas de las puntuaciones obtenidas por el grupo control en las tareas de funcionamiento ejecutivo durante las evaluaciones pre y post-tratamiento.

Tarea (rubro)	Pre-tratamiento			Post-tratamiento			Comparaciones		
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	Z	p	r
Señalamiento autodirigido (tiempo)	124.75 (40.05)	119	150	102.8 (40.11)	97	167	-2.25	.02*	0.50
Selección de refranes (tiempo)	122.3 (58.43)	100	237	95.75 (37.42)	91.5	177	-2.16	.03*	0.48
Suma consecutiva (tiempo)	69.05 (34.18)	59.5	133	56 (29.08)	49.5	106	-2.40	.01*	0.53
Laberintos (tiempo)	30.3 (10.97)	26	41	24.45	22	30	-2.09	.03*	0.46

Puntajes obtenidos (medias, desviaciones estándar y rangos) en la evaluación pre y post-tratamiento por el grupo control en las tareas de funcionamiento ejecutivo, así como comparaciones estadísticas entre los puntajes pre y post-tratamiento con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon (Z y p) y tamaño del efecto (r de Pearson) N=20. *p<0.05

Grupo tratamiento (Pre vs Post-tratamiento)

De manera similar al grupo control, el grupo que cursó el entrenamiento basado en meditación presentó diferencias en sus tiempos de ejecución en algunas tareas que conforman la batería BANFE-II, como clasificación de cartas ($Z = -2.48$, $p = .01$), resta ($Z = -2.48$, $p = .01$) y suma consecutiva ($Z = -1.99$, $p = .04$), mostrando un descenso en los tiempos de ejecución post-tratamiento de dichas tareas. Además, se encontraron diferencias en los tiempos de reacción en las tareas *Stop-Signal* con estímulos neutros ($Z = -2.50$, $p = .012$) y emocionales ($Z = -2.33$, $p = .020$), evidenciando un incremento en los tiempos de reacción.

A diferencia del grupo control, el grupo tratamiento no solo presentó cambios en variables que se expresan en unidades de tiempo, sino también en la cantidad de errores en la tarea Stroop (forma b) ($Z = -2.78$, $p = .005$, $r = 0.62$) y de aciertos en la tarea de fluidez verbal ($Z = -2.70$, $p = .007$, $r = 0.60$), ambas con un tamaño del efecto grande, mostrando un decremento en la cantidad de errores y mayor número de aciertos, respectivamente. Además, mostró una tendencia a reducir el índice SSRT (*Stop-Signal Reaction-Time*) en la tarea *Stop-it* ($Z = -1.90$, $p = 0.57$), el cual refleja la velocidad de los procesos de inhibición motriz y está íntimamente ligado a la supresión exitosa de conductas inadecuadas en un contexto determinado (tabla 8).

Tabla 8. Comparaciones estadísticas de las puntuaciones obtenidas por el grupo tratamiento en las tareas de funcionamiento ejecutivo durante las evaluaciones pre y post-tratamiento.

Tarea (rubro)	Pre-tratamiento			Post-tratamiento			Comparaciones		
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	Z	p	r
Clasificación de cartas (tiempo)	402.05(91.66)	400	303	343.05 (48.16)	332	180	-2.48	.01*	0.55
Resta consecutiva forma B (tiempo)	119 (74.92)	108.5	266	96 (60.3)	70.5	240	-2.48	.01*	0.55
Suma consecutiva (tiempo)	66.5 (40.55)	52	157	52.55 (37.39)	42	160	-1.99	.04*	0.44
Stroop forma B (errores)	3.65(4.62)	25	21	1.1 (1.02)	1	3	-2.78	.005**	0.62
Fluidez verbal (aciertos)	11.9 (6.11)	11	22	14.85 (6.93)	13	27	-2.70	.007**	0.60
Stop-it (SSRT)	354.71 (127.22)	349.7	660.4	301.51 (100.11)	335.55	330.6	-1.90	.05	0.42
Stop-it (tiempo de reacción)	897.59 (87.82)	921.8	374.3	944.88 (90.16)	955.65	439.8	-2.50	.01*	0.55
Stop-signal emocional (errores de comisión)	4.8 (4.25)	3.5	15	2 (2.2)	1.5	7	-2.99	.003**	0.66
Stop-signal emocional (tiempo de reacción)	726.19 (111.76)	734.5	446	776.84 (131.94)	753.15	471.96	-2.33	.02*	0.52

Puntajes obtenidos (medias, desviaciones estándar y rangos) en la evaluación pre y post-tratamiento por el grupo tratamiento en las tareas de funcionamiento ejecutivo, así como comparaciones estadísticas entre los puntajes pre y post-tratamiento con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon (Z y p) y tamaño del efecto (r de Pearson) N=20.

*p<0.05 **p<0.01

Grupo control v.s tratamiento (Pre y Post-tratamiento)

Pre-tratamiento

Al comparar las puntuaciones crudas de ambos grupos durante la evaluación pre-tratamiento, se encontraron algunas diferencias significativas en los tiempos de ejecución en tareas como selección de refranes ($U= 126.5$, $p=.04$) y laberintos ($U= 126.5$, $p=.04$), presentando el grupo tratamiento menores tiempos en su ejecución. De igual manera, se hallaron diferencias en la cantidad de categorías registradas en la tarea de clasificación semántica ($U= 123$, $p=.03$) y el número de ocasiones en que los participantes atraviesan las paredes en la tarea de laberintos ($U= 145.4$, $p=.04$). Registrando el grupo tratamiento un número mayor de categorías en la tarea de clasificación semántica y atravesando en menor cantidad las paredes en la tarea de laberintos. No se encontraron diferencias entre el

rendimiento de ambos grupos en ninguna de las variables de las tareas *Stop-signal* durante la evaluación pre-tratamiento (tabla 9).

Tabla 9. Comparaciones estadísticas de las puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en las tareas de funcionamiento ejecutivo durante la evaluación pre-tratamiento.

Tarea (rubro)	Control			Tratamiento			Comparaciones		
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p	r
Selección de refranes (tiempo)	122.3 (58.43)	100	237	89.2 (30.99)	82	143	126.5	.04*	0.31
Laberintos (tiempo)	30.3 (10.97)	26	41	24.25 (7.89)	22	31	126.5	.04*	0.31
Clasificación semántica (categorías)	4.9 (1.55)	5	6	6.3 (2.36)	5.5	8	123	.03*	0.33
Laberintos (atravesar)	1.2 (2.01)	0	6	.15 (.48)	0	2	145.5	.04*	0.31

Puntajes obtenidos (medias, desviaciones estándar y rangos) en la evaluación pre-tratamiento por los grupos control y tratamiento en las tareas de funcionamiento ejecutivo, así como comparaciones estadísticas entre los puntajes pre y post-tratamiento (U de Mann-Whitney y p) y tamaño del efecto (r de Pearson) N=40. *p<0.05

Post-tratamiento

Las comparaciones entre los puntajes post-tratamiento de ambos grupos muestran que se mantienen las diferencias en el número de ocasiones en que los jóvenes atraviesan las paredes en la tarea de laberintos (U= 129, p=.02) y en la cantidad de categorías registradas en la tarea de clasificación semántica (U= 119.5, p=.02). En esta última tarea también se reportaron diferencias significativas en el número de categorías abstractas registradas por los grupos (U=120.5, p=.02), siendo el grupo tratamiento el que obtuvo un mayor número de categorías (en general y abstractas) (tabla 10).

Tabla 10. Comparaciones estadísticas de las puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en las tareas de la batería BANFE-II durante la evaluación post-tratamiento.

Tarea (rubro)	Control			Tratamiento			Comparaciones		
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p	r
Clasificación semántica (categorías)	4.85 (1.89)	5	8	6.4 (2.37)	6	8	119.5	.02*	0.35
Clasificación semántica (categorías abstractas)	1.3 (1.94)	0	7	2.3 (1.71)	2.5	5	120.5	.02*	0.35

Laberintos (atravesar)	1.65 (2.99)	.5	13	.25 (.55)	0	2	129	.02*	0.35
------------------------	-------------	----	----	-----------	---	---	-----	------	------

Puntajes obtenidos (medias, desviaciones estándar y rangos) en la evaluación post-tratamiento por los grupos control y tratamiento en las tareas de la batería BANFE-II, así como comparaciones estadísticas entre los puntajes pre y post-tratamiento (U de Mann-Whitney y p) y tamaño del efecto (r de Pearson) N=40. *p<0.05

Aunado a lo anterior, la valoración post-tratamiento reveló diferencias entre los grupos en algunas variables de tareas que evalúan el control inhibitorio, como la cantidad de errores en la tarea *Stroop* (forma B) (U=129, p=.04) y errores de comisión en la tarea *Stop-signal* con estímulos emocionales (U=104.5, p=.009) con un tamaño del efecto mediano (r=0.31 y r=0.41, respectivamente). Mostrando el grupo tratamiento un descenso en la comisión de errores en ambas tareas (figura 10).

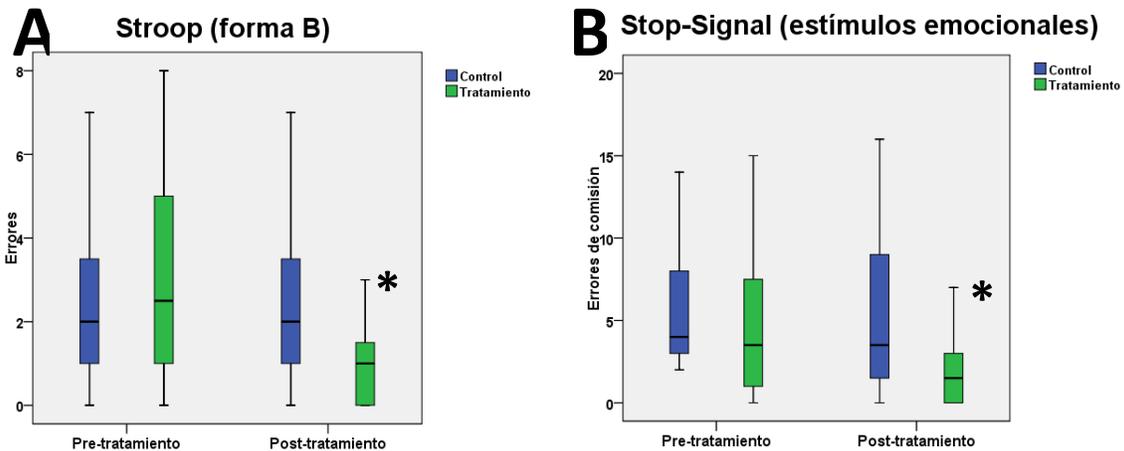


Figura 10. A. Stroop (forma B). Número de errores (medianas y rangos) cometidos por los grupos control y tratamiento en las evaluaciones pre y post-tratamiento. *p<0.05 **B. Stop-Signal con estímulos emocionales.** Número de errores de comisión (medianas y rangos) registradas por los grupos control y tratamiento durante las evaluaciones pre y post-tratamiento. *p<0.01

Profundizando en la tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales, se observaron diferencias en la cantidad de errores de comisión ante estímulos (expresiones faciales) de enojo (U=102.5, p=.004), mostrando el grupo tratamiento un declive en la comisión de errores ante este tipo de estímulos (figura 11).

Errores de comisión (en ensayos *Stop*)

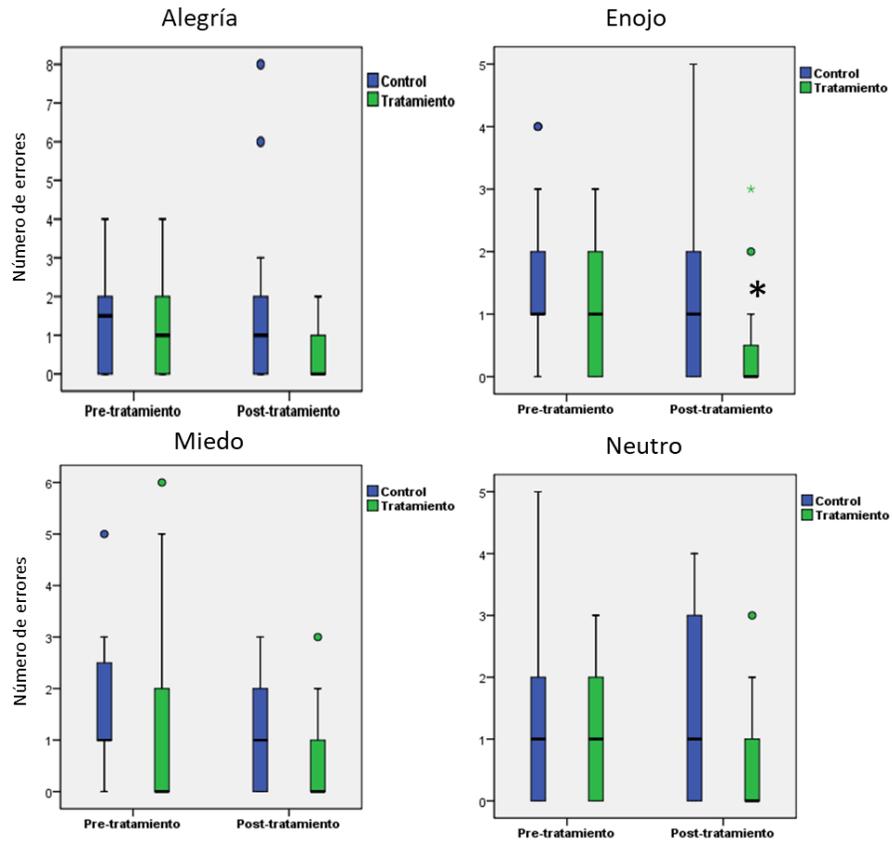


Figura 11. Stop signal con estímulos emocionales. Número de errores de comisión (medianas y rangos) cometidos por los grupos control y tratamiento (ante estímulos emocionales) en las evaluaciones pre y post-tratamiento. * $p < 0.01$

Aunado a lo anterior, los análisis también evidenciaron diferencias en los tiempos de reacción ante estímulos de enojo ($U=122$, $p=.035$), presentando el grupo tratamiento un incremento en sus tiempos de reacción ante este tipo de estímulos (figura 12).

Tiempos de reacción (*Stop-signal* con estímulos emocionales)

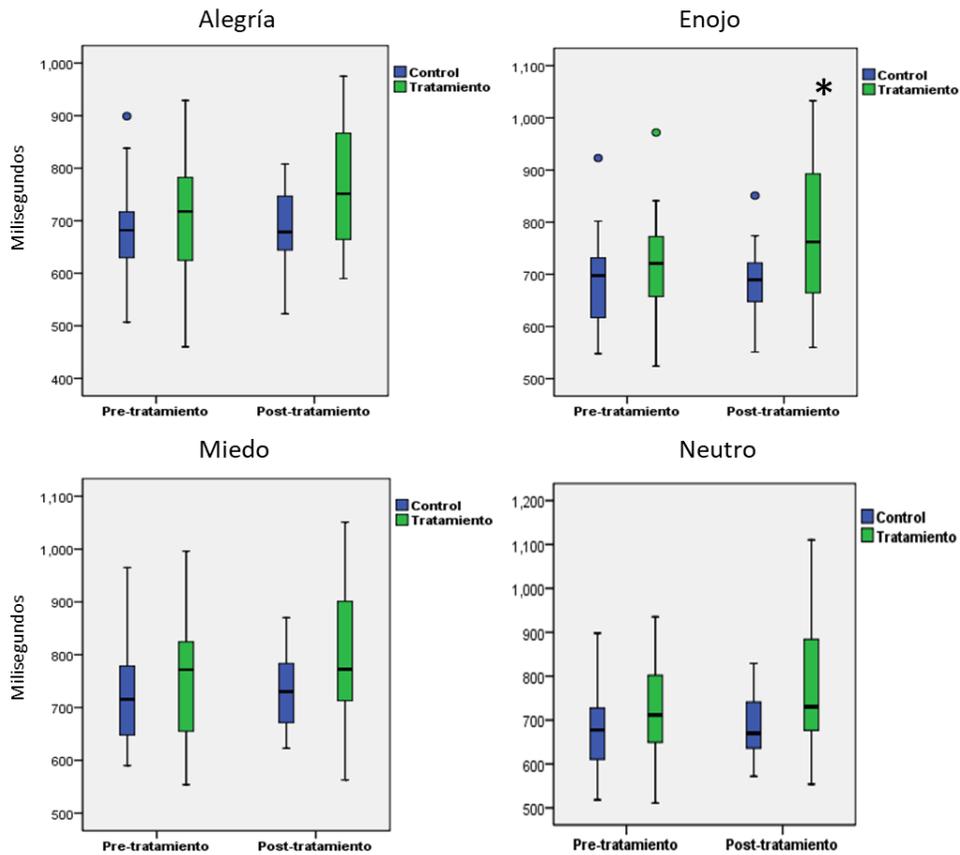


Figura 12. *Stop signal* con estímulos emocionales. Tiempos de reacción (medianas y rangos) registrados por los grupos control y tratamiento (ante estímulos emocionales) en las evaluaciones pre y post-tratamiento. * $p < 0.05$

En adición a los resultados mostrados en la presente sección, el Anexo 2 contiene tablas con los resultados completos de las tareas *Stop-Signal* (con y sin estímulos emocionales). A continuación, se revisarán los resultados arrojados por el análisis de la actividad EEG.

7.2.2 Actividad electroencefalográfica

Actividad EEG en reposo (ojos cerrados)

Potencia absoluta

Contrario a lo esperado, el análisis de la actividad EEG en reposo reveló algunas diferencias entre la potencia absoluta de ambos grupos sobre distintas bandas y derivaciones durante el registro pre-tratamiento. En particular el grupo Tratamiento presentó una mayor potencia absoluta en la banda Delta sobre regiones frontales (F4), centrales (C3 y C4), parietales (P3 y P4) y temporales (T6) durante el registro pre-tratamiento (figura 13).

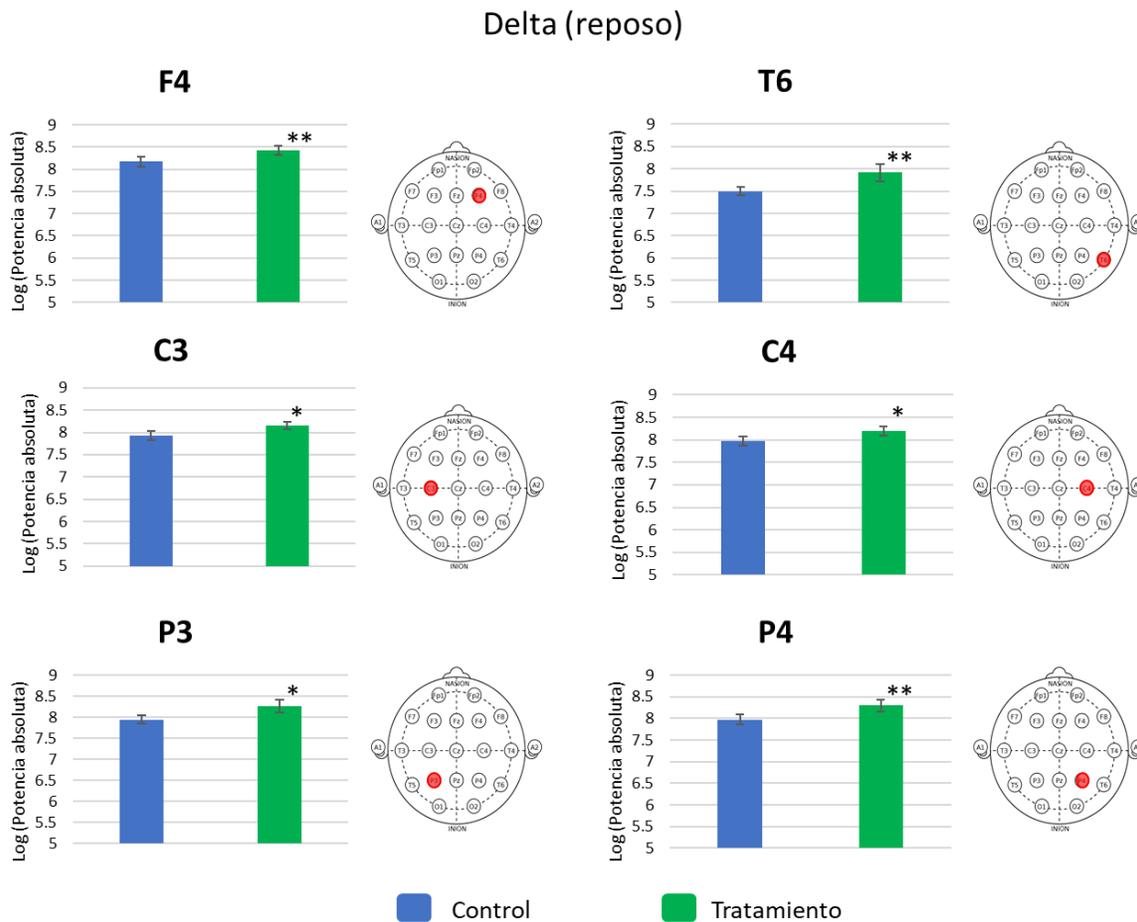


Figura 13. Valores de potencia absoluta en logaritmos ($MD \pm 1.96$ E.E.), registrados por los grupos control y tratamiento durante los registros pre-tratamiento (en reposo) para la banda Delta. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

De manera similar, el grupo tratamiento mostró una mayor potencia absoluta sobre el frontal derecho (F8) en el ritmo theta, durante el registro pre-tratamiento (en reposo) (figura 14).

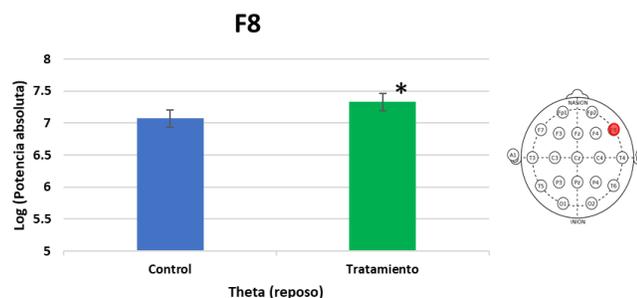


Figura 14. Valores de potencia absoluta en logaritmos ($MD \pm 1.96$ E.E.), registrados por los grupos control y tratamiento durante los registros pre-tratamiento (en reposo) para la banda Theta. * $p < 0.05$

El grupo tratamiento también mostró una mayor potencia absoluta en Beta 1 sobre regiones frontales del hemisferio izquierdo (F1 y F3) y fronto-temporales del hemisferio derecho (Fp2, F8 y T6) durante el registro pre-tratamiento (figura 15).

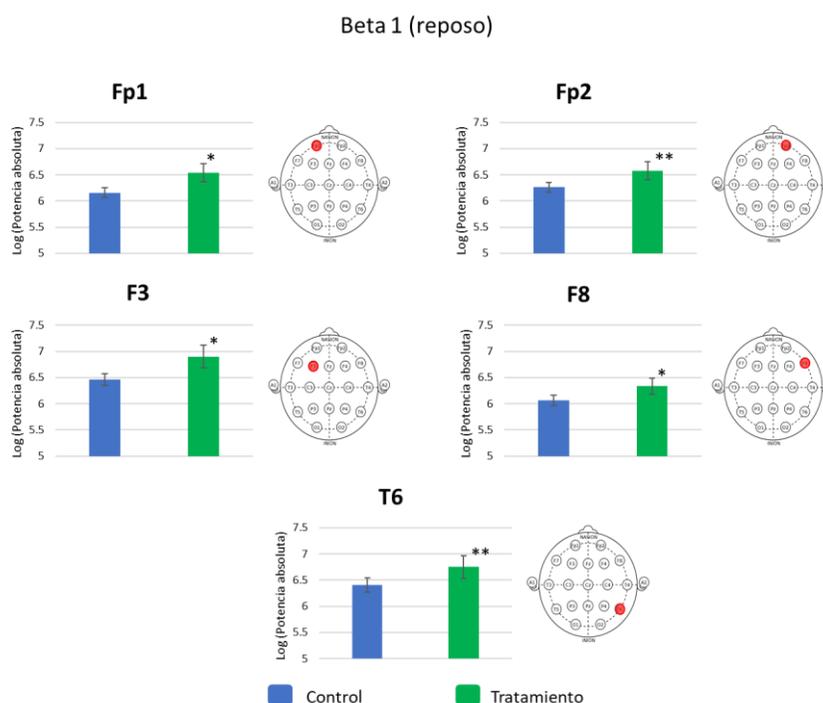


Figura 15. Valores de potencia absoluta en logaritmos ($MD \pm 1.96$ E.E.), registrados por los grupos control y tratamiento durante el registro pre-tratamiento (en reposo) para la banda Beta 1. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

En Beta 2, el grupo Tratamiento también registró una mayor potencia absoluta sobre el temporal derecho durante el análisis pre-tratamiento (en reposo) (figura 16).

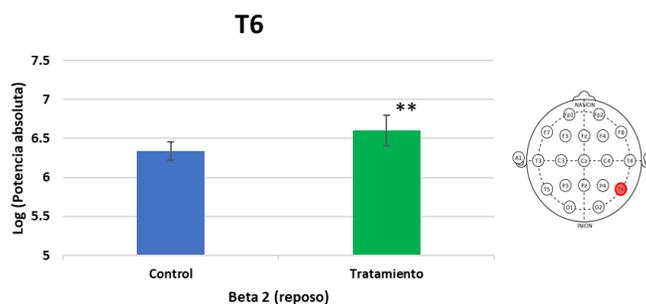


Figura 16. Valores de potencia absoluta en logaritmos ($MD \pm 1.96 E.E.$), registrados por los grupos control y tratamiento durante el registro pre-tratamiento (en reposo) para la banda Beta 2. ** $p < 0.01$

Debido a las diferencias encontradas en los registros pre-tratamiento y con el afán de tener una mejor interpretación de los resultados, se obtuvieron las medias de las diferencias entre los valores Post y pre-tratamiento (Post-Pre) de cada grupo. Posteriormente, se compararon mediante una prueba t de *student* (de grupos independientes). Estos análisis mostraron que el grupo tratamiento presentó un decremento en la potencia absoluta del ritmo Delta sobre derivaciones frontales (F4), centrales (C3 y C4) y parietales (P3 y P4), mientras que el grupo control mostró un incremento de esta sobre T6 (figura 17).

Delta (reposo)

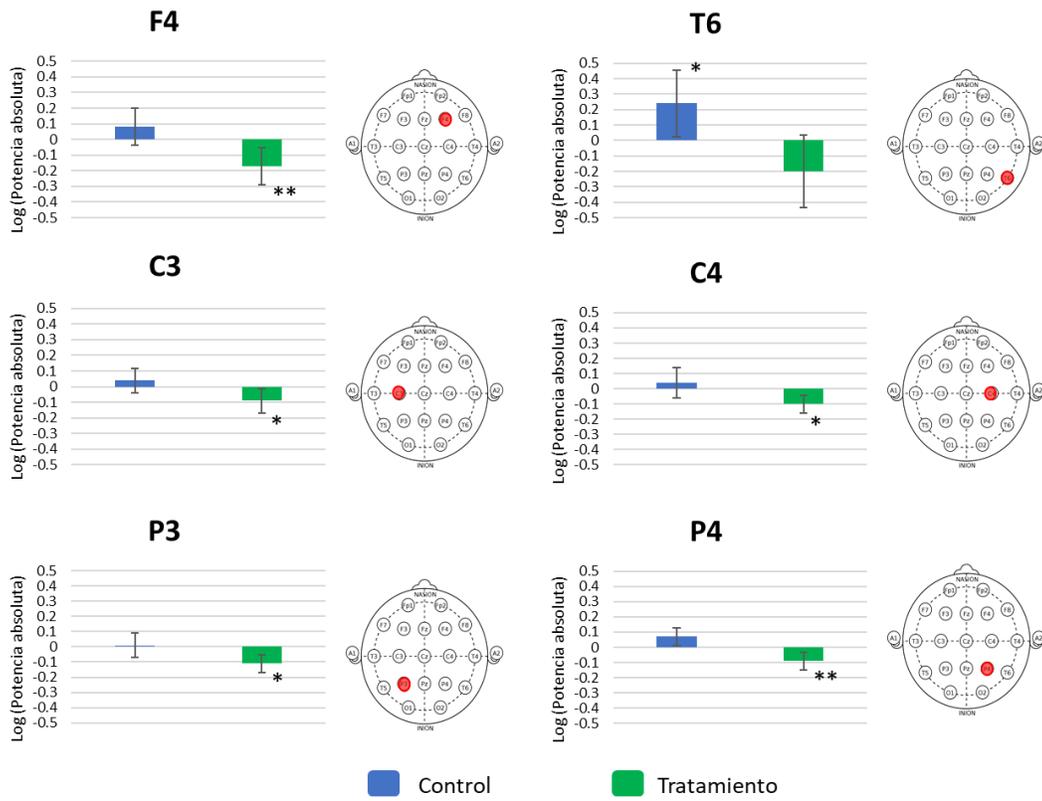


Figura 17. Medias de las diferencias (MD ± 1.96 E.E.) de la potencia absoluta (Post-Pre) registrada en condición de reposo por los grupos control y tratamiento para la banda Delta. *p<0.05, **p<0.01

Por otro lado, el grupo control registró un incremento de la potencia absoluta en Beta 1 sobre derivaciones frontales (Fp1, Fp2 y F8) y temporales (T6) durante el reposo (figura 18).

Beta 1 (reposo)

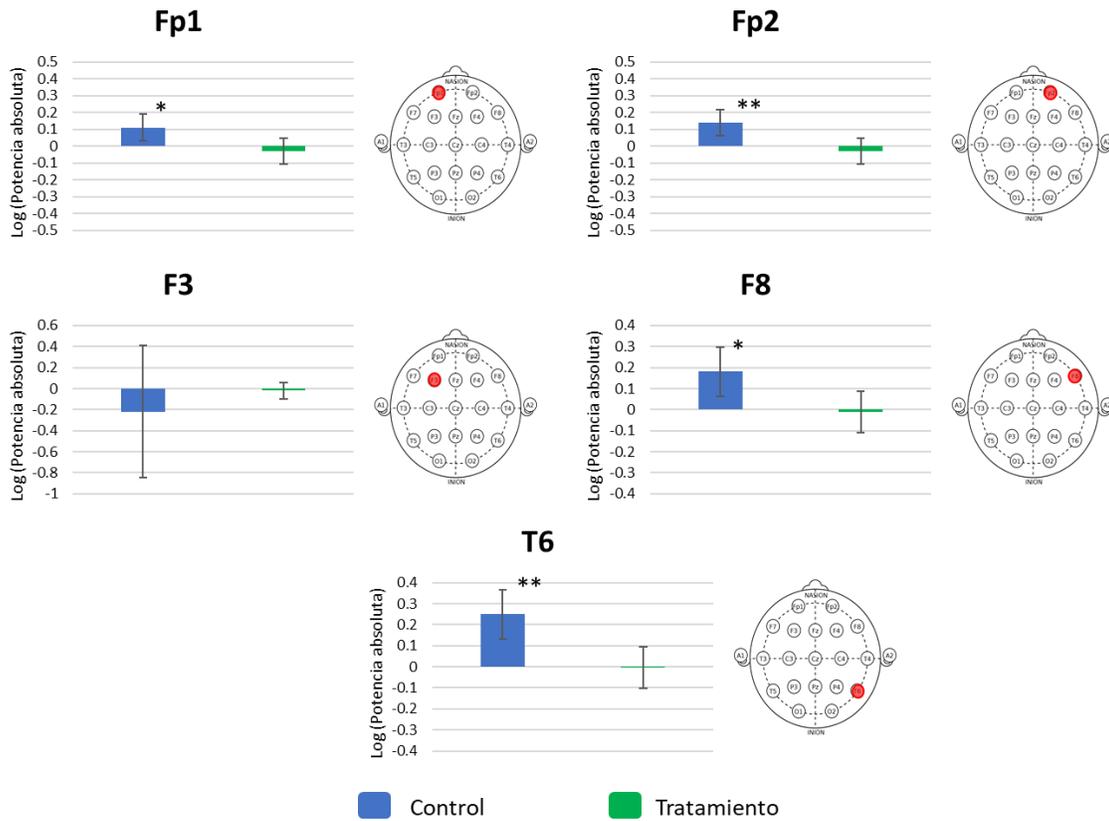


Figura 18. Medias de las diferencias ($MD \pm 1.96$ E.E.) de la potencia absoluta (Post-Pre) registrada en condición de reposo por los grupos control y tratamiento en (la banda) Beta 1. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Aunado a lo anterior, el grupo control también registró un incremento en la potencia absoluta de Theta sobre el frontal (F8) y temporal (T6) del hemisferio derecho en reposo (figura 19).

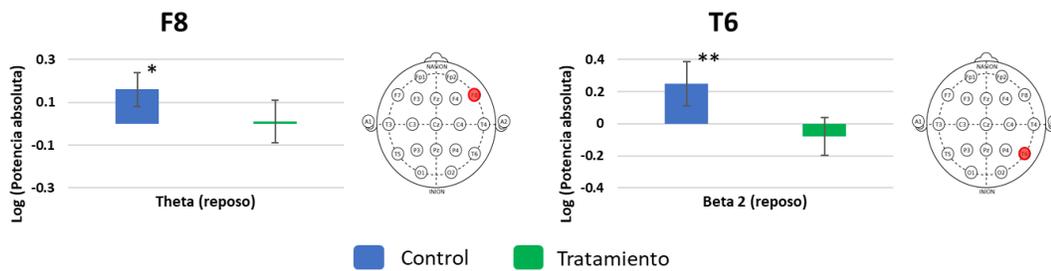


Figura 19. Medias de las diferencias ($MD \pm 1.96$ E.E.) de la potencia absoluta (Post-Pre) registrada en condición de reposo por los grupos control y tratamiento en (las bandas) Theta y Beta 2. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Potencia relativa

Los análisis de la potencia relativa evidenciaron una interacción grupo*fase ($F_{(1,38)}=6.88$ $p=0.011$), presentando el grupo tratamiento un incremento de la potencia relativa durante el reposo (ojos cerrados) (MD= -1.5, EE= 0.12) en comparación con el grupo control (MD= -1.95, EE= 0.13) en la banda Alfa 1 sobre el frontal derecho (Fp2) (figura 20).

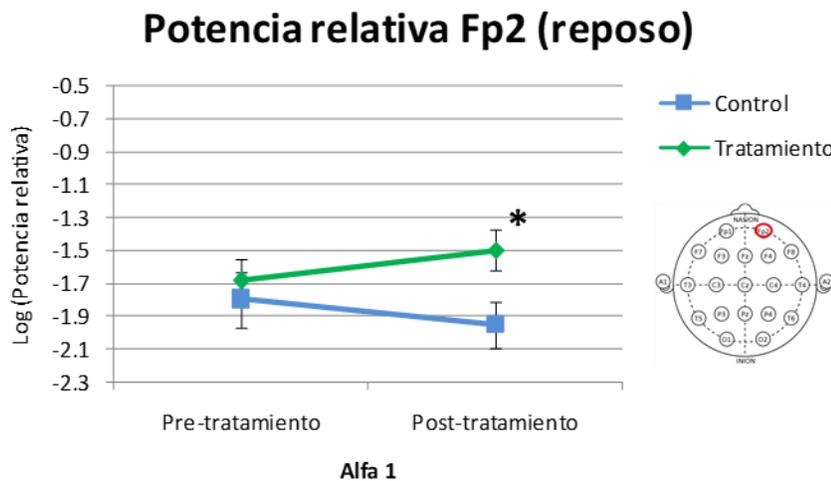


Figura 20. Valores de potencia relativa en logaritmos (MD \pm 1.96 E.E.), registrados por los grupos control y tratamiento durante los registros pre y post-tratamiento (en reposo) en la banda Alfa 1. . * $p<0.05$

Actividad EEG en meditación

Potencia absoluta

El análisis de la actividad EEG durante la meditación también reveló diferencias entre grupos durante el registro pre-tratamiento. Mostrando el grupo tratamiento una mayor potencia absoluta en Delta sobre derivaciones frontales (F4), temporales (T4 y T6) y parietales (P4) del hemisferio derecho (figura 21).

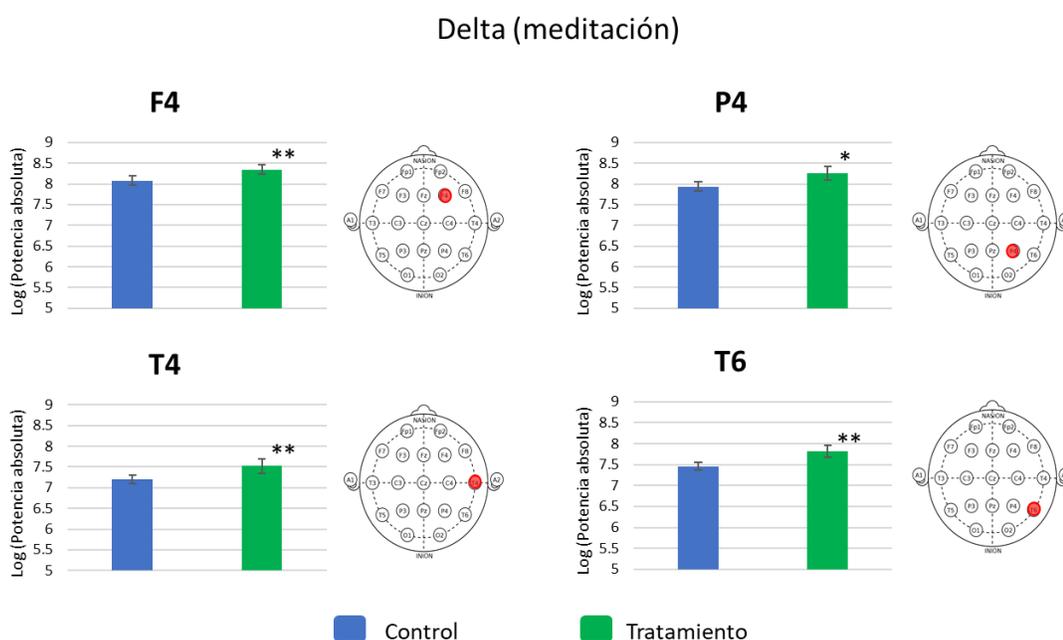


Figura 21. Valores de potencia absoluta en logaritmos ($MD \pm 1.96 E.E$), registrados por los grupos control y tratamiento durante los registros pre-tratamiento (durante la meditación) en la banda Delta. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Aunado a lo anterior, el grupo tratamiento también presentó mayor potencia absoluta en Beta 1 sobre derivaciones frontales (Fp2, F3 y F8), centrales (C3) y temporales (T6) durante la meditación pre-tratamiento (figura 22).

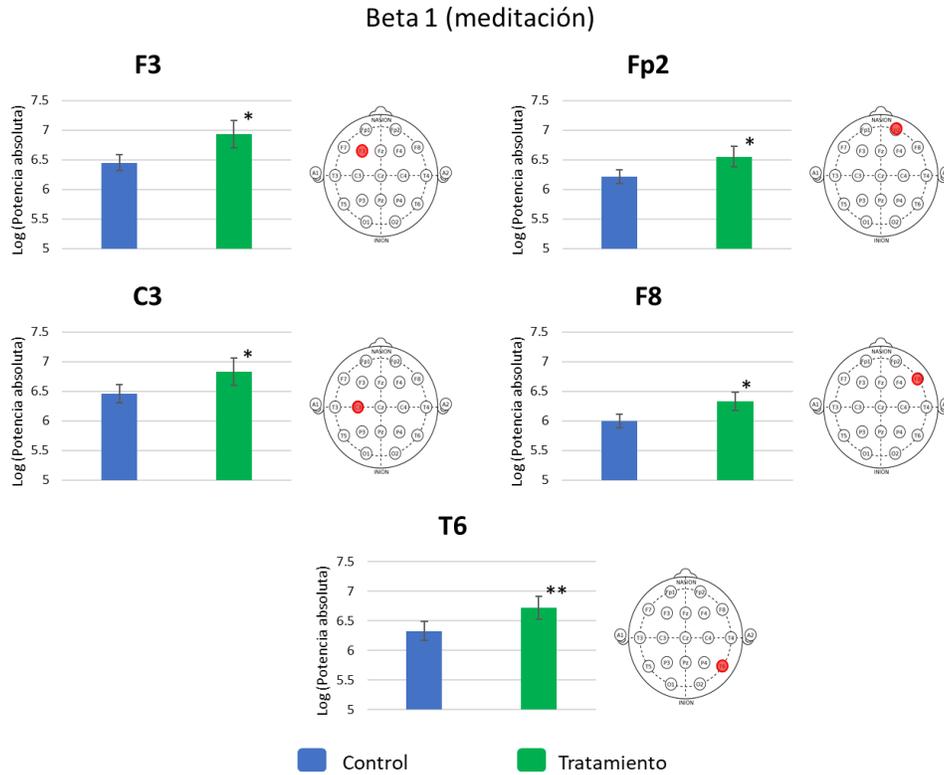


Figura 22. Valores de potencia absoluta en logaritmos ($MD \pm 1.96 E.E$), registrados por los grupos (control y tratamiento) durante la meditación pre -tratamiento en la banda Beta 1. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

De manera similar a los análisis de la actividad EEG en reposo, se calcularon las medias de las diferencias entre los valores post y pre-tratamiento (Post-Pre) de cada grupo, y se compararon mediante una prueba t de *student* (de grupos independientes). Esto reveló un descenso en la potencia absoluta del ritmo delta (durante la meditación) sobre derivaciones frontales, temporales y parietales en el grupo tratamiento (figura 23).

Delta (meditación)

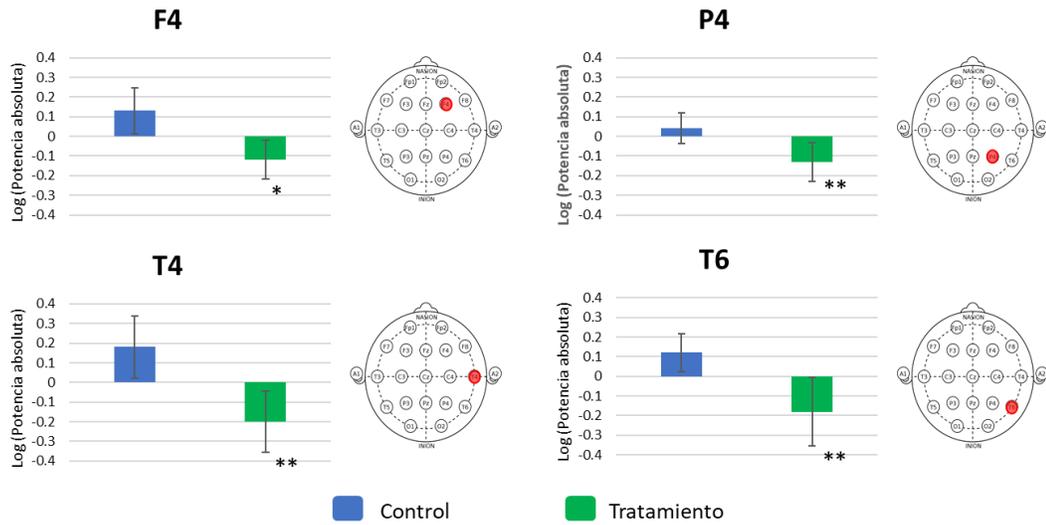


Figura 23. Medias de las diferencias (MD \pm 1.96 E.E.) de la potencia absoluta (Post-Pre) registrada durante la meditación por los grupos control y tratamiento en la banda Delta. * p <0.05, ** p <0.01

Por otro lado, el grupo control mostró un incremento en la potencia absoluta de Beta 1 sobre regiones frontales, centrales y temporales durante la meditación. (figura 24).

Beta 1 (meditación)

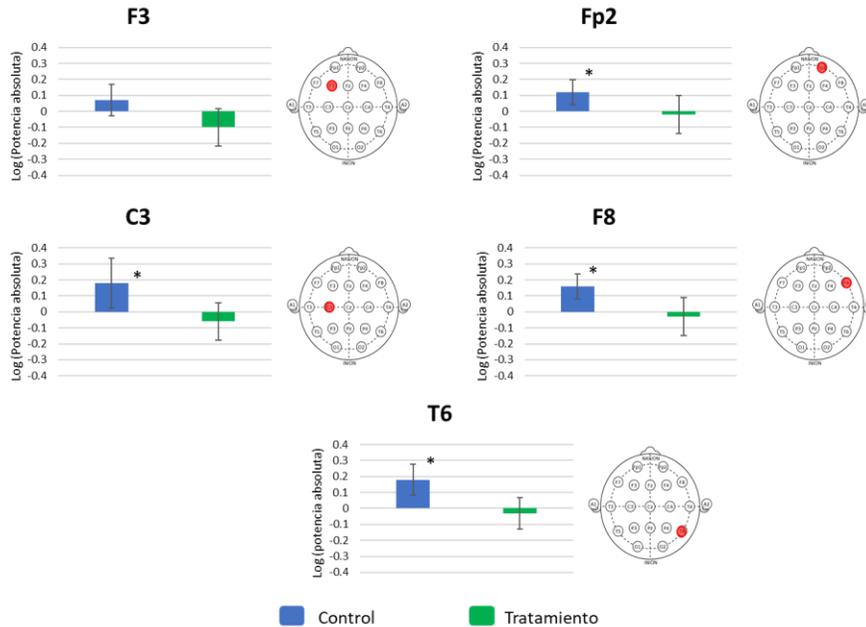


Figura 24. Medias de las diferencias (MD \pm 1.96 E.E.) de la potencia absoluta (Post-Pre) registrada durante la meditación por los grupos control y tratamiento en la banda Beta 1. * p <0.05, ** p <0.01

Potencia relativa

Contrario a lo esperado, los grupos no presentaron diferencias en la potencia relativa durante la condición de meditación, en ninguno de los registros (pre y post-tratamiento).

Correlación

Los grupos no mostraron diferencias en los patrones de correlación durante el registro en reposo previo a la intervención. En contraste, los análisis de los registros post-intervención mostraron interacciones grupo*fase, evidenciando desigualdades entre los grupos en este rubro. El grupo tratamiento manifestó una mayor correlación intra-hemisférica entre derivaciones frontales (Fp2-F4) en las bandas Theta ($F_{(1,38)}= 9.29$ $p<0.01$) y Alfa 1 ($F_{(1,38)}= 4.02$ $p=0.04$). Mientras que el grupo control exhibió mayor correlación entre sectores fronto-parietales ($F_{(1,38)}= 5.33$ $p=0.02$) y fronto-temporales ($F_{(1,38)}= 6.52$ $p=0.01$) en el ritmo delta (figura 25).

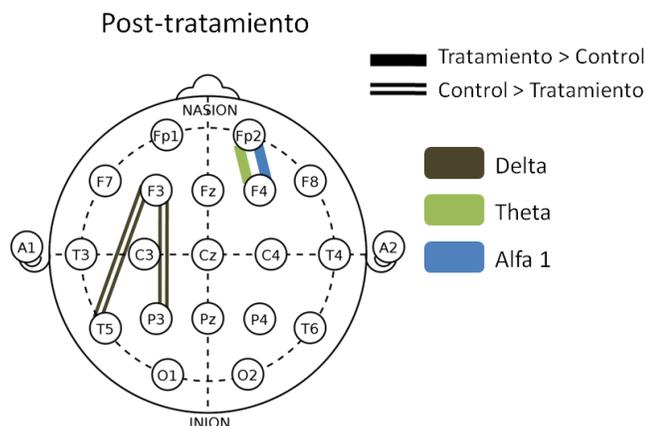


Figura 25. Correlaciones post-tratamiento en reposo (ojos cerrados).

También se observaron diferencias en la correlación durante la meditación. Pues el grupo tratamiento presentó una mayor correlación durante el registro pre-tratamiento entre regiones frontales y temporales (F7 y T3) en gama ($F_{(1,38)}= 4.07$ $p=0.04$), así como entre regiones temporales (T3-T5) en beta 2 ($F_{(1,38)}= 4.79$ $p=0.03$). Estas diferencias no

permanecieron durante el registro post-tratamiento. Además, este mismo grupo registró una mayor en la correlación entre derivaciones frontales (Fp2 y F4) en los ritmos theta ($F_{(1,38)}=10.6$ $p<0.01$) y alfa 1 ($F_{(1,38)}=4.16$ $p=0.04$) después del entrenamiento en meditación. Por su parte, el grupo control presentó mayor correlación fronto-parietal (F3-P3) en el hemisferio izquierdo sobre beta1 ($F_{(1,38)}=5.89$ $p=0.01$) (figura 26).

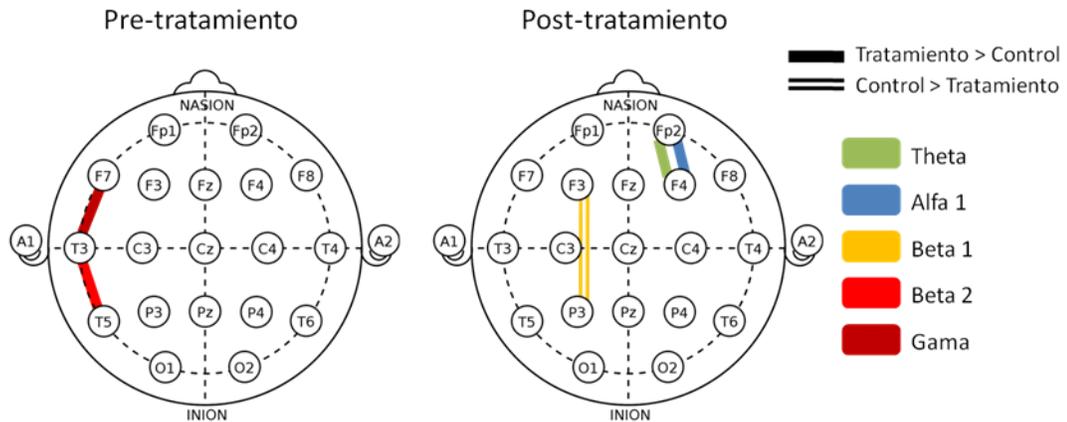


Figura 26. Correlaciones pre y post-tratamiento en estado de meditación.

8. DISCUSIÓN

Como se observa en la sección anterior, los jóvenes que participaron en el entrenamiento basado en meditación mejoraron su rendimiento en tareas que evalúan el control inhibitorio, reduciendo el número de errores cometidos durante su ejecución post-tratamiento en las tareas *Stroop* y *Stop-Signal*. En esta última, el efecto fue particularmente evidente ante la presencia de estímulos emocionales de enojo.

Respecto a la actividad EEG, el grupo tratamiento presentó un decremento de la potencia absoluta en la banda delta (en reposo y durante la meditación) y un incremento en la potencia relativa de alfa 1 (en reposo). Así como un aumento de la correlación entre regiones frontales en los ritmos theta y alfa 1 (en reposo y durante la meditación).

A continuación, se discuten a detalle los resultados obtenidos, empezando con los hallazgos conductuales y concluyendo con los datos arrojados por el análisis de la actividad EEG.

8.1 Funcionamiento ejecutivo

Como se esperaba, los resultados mostraron un efecto del entrenamiento basado en meditación sobre el funcionamiento ejecutivo de los jóvenes infractores; sin embargo, dicho efecto presentó algunas particularidades. Mientras que los puntajes totales obtenidos por ambos grupos en la prueba BANFE-II no mostraron diferencias significativas, el análisis de los subíndices reveló diferencias en el índice Orbitomedial, indicando un mejor rendimiento del grupo Tratamiento (durante la evaluación post-tratamiento) en tareas que evalúan control inhibitorio, seguimiento de reglas y procesamiento riesgo-beneficio.

En sintonía con lo anterior, la comparación de las puntuaciones crudas obtenidas por ambos grupos tanto en las tareas que conforman la batería BANFE-II como en las pruebas

Stop-Signal (con estímulos neutros y emocionales), mostraron un incremento en el rendimiento del grupo tratamiento en tareas y variables asociadas al control inhibitorio, registrando una baja en la comisión de errores en las tareas *Stroop* (forma B) y *Stop-Signal* con estímulos emocionales durante las evaluaciones post-tratamiento. Tomando en cuenta la ausencia de diferencias en dichas tareas durante las comparaciones pre-tratamiento (ver Anexo 2, tablas 3 y 7), es factible que el entrenamiento en meditación favorezca un mejor control inhibitorio. Este último término ha sido ampliamente utilizado para referirse a una serie de procesos altamente ligados con la adaptación al entorno social, pues sustentan la capacidad para evitar o suprimir estímulos, pensamientos o conductas irrelevantes para alcanzar un objetivo (Nigg, 2000; Diamond, 2013).

De manera general, se han descrito y relacionado deficiencias en el control inhibitorio con diversas características a menudo reportadas en jóvenes infractores, como comportamientos impulsivos, adictivos y agresivos (Hsieh & Chen, 2017; Lee, Hoppenbrouwers & Franken, 2019); participación en situaciones de riesgo (Charnigo et al., 2013; Hatfield et al., 2017; Gabriel et al., 2019) y comisión de delitos (White et al., 1994; Meier et al., 2008; Hanoch, Gummerum & Rolison, 2012); aun así, es posible desmenuzar dicho concepto con el afán de tener un mejor entendimiento y comprensión de los resultados mostrados en el presente trabajo. En ese sentido, las tareas *Stroop* y *Stop-Signal* han sido utilizadas tradicionalmente para estimar el control inhibitorio en diversas poblaciones, sin embargo, éstas pudieran evaluar dos procesos inhibitorios diferentes. Algunos autores han distinguido múltiples procesos asociados al control inhibitorio, siendo uno de los principales el control de interferencia, el cual suele ser valorado a través de tareas como el paradigma *Stroop* y se refiere a la capacidad para suprimir un estímulo distractor que pueda interferir con la ejecución exitosa de una tarea (Nigg, 2000).

Estudios han explorado el control de interferencia en adultos que han cometido delitos violentos, reportando un peor desempeño (mayor cantidad de errores) en tareas *Stroop* en comparación con grupos de control e infractores no violentos (Causadias et al., 2010; Neves & Pinho, 2018). Además, se han encontrado correlaciones negativas entre el rendimiento de infantes en dicha tarea y comportamientos agresivos no premeditados (Thomson & Centifanti, 2018). Esto pone de manifiesto la importante contribución que puede tener el control de interferencia en la regulación del comportamiento violento y/o delictivo; del mismo modo, enaltece la relevancia de los resultados obtenidos por el grupo tratamiento durante la ejecución post-intervención de la prueba en cuestión.

Anteriormente se había sugerido que el control de interferencia puede verse favorecido por la meditación en poblaciones sanas, pues se ha comparado el rendimiento de meditadores versus no meditadores (Moore & Malinowski, 2009), así como el desempeño de personas antes y después de un entrenamiento en meditación con el de individuos controles (sin antecedentes de meditación), asociando la meditación con una menor cantidad de errores y tiempos de ejecución en la prueba *Stroop* (Fan et al., 2014; Zhang et al., 2019). Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo, pues el grupo tratamiento mostró una reducción significativa en el número de errores en la prueba *Stroop* (forma B) posterior al entrenamiento basado en meditación, con un tamaño del efecto mediano.

La ejecución de esta tarea demanda un adecuado control de la atención, así como una baja tasa de respuestas automatizadas y/o impulsivas (Malinowski, 2013), involucrando regiones cerebrales fronto-parieto-occipitales, donde la corteza del cíngulo anterior juega un papel fundamental en la detección de conflictos durante el procesamiento de información que pudiera resultar incompatible (como la relación palabra-color) (Cabeza & Nyberg, 1997; Hölzel et al., 2011; Song & Hakoda, 2015; Martín-Signes, Paz-Alonso & Chica, 2018). Esta

zona cortical también ha sido señalada como parte central de la red de atención ejecutiva, pues sustenta la capacidad para regular de manera voluntaria los recursos atencionales durante el procesamiento cognitivo de alto orden (Engle, Tuholski, Laughlin & Conway, 1999) y tiene un rol importante en la coordinación del comportamiento, el afecto y la entrada sensorial (Posner, Rothbart & Ghassemzadeh, 2019).

A su vez, el ejercicio de la meditación implica procesos de focalización, mantenimiento y redirección de la atención sobre un objeto u objetivo (Lutz et al., 2008), en los cuales, la corteza del cíngulo anterior participa cuando se requiere resolver el conflicto entre los eventos distractores (internos o externos) y la tarea objetivo (centrar la atención en un objeto), favoreciendo el mantenimiento o la reorientación de la atención. Por ende, es factible que la repetición de dicho ejercicio pueda expresarse en cambios anatómo-funcionales tanto en el cíngulo anterior, como en redes cerebrales que sustentan procesos de atención (Hasenkamp & Barsalou, 2012), teniendo impacto en mecanismos ejecutivos que demandan un manejo refinado de la atención, como lo es el control de interferencia.

Por lo anterior, Hölzel y su grupo (2011) han propuesto a la regulación de la atención como uno de los principales mecanismos fortalecidos durante el ejercicio de la meditación, pues diversos estudios han mostrado mejores desempeños en diferentes tareas atencionales (Tang et al., 2007; Chambers, Lo & Allen, 2008; Jha, Krompinger & Baime, 2007; Semple, 2010), así como incrementos en la conectividad (anisotropía fraccional) (Tang et al., 2010; Xue, Tang & Posner, 2011), actividad (Tang et al., 2009) y sustancia blanca del cíngulo anterior como efectos del entrenamiento en meditación (Tang et al., 2010).

Por otro lado, el grupo tratamiento también mostró un mejor rendimiento en la tarea *Stop-Signal*, caracterizado por una menor cantidad de errores de comisión en ensayos *Stop*. Este paradigma es probablemente el más utilizado para evaluar el control inhibitorio motor,

concepto que suele referirse a la supresión de acciones que ya no son necesarias o resultan inapropiadas ante un contexto cambiante, favoreciendo así la conducta flexible y orientada a metas (Nigg, 2000; Verbruggen & Logan, 2008).

Pese a las similitudes que comparten los procesos de control de interferencia y control inhibitorio motor, múltiples trabajos han intentado diferenciarlos, enfatizando el componente "cognitivo" del primero y el "motor" del segundo. De esta manera, el control de interferencia estaría más apegado al control inhibitorio de carácter cognitivo, implicando la supresión de procesos mentales (pensamientos, recuerdos, percepciones y emociones) irrelevantes en un momento dado (Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000); mientras que el control inhibitorio motor comprende la anulación del comportamiento manifiesto cuando este resulta inadecuado; por consiguiente, el control de interferencia puede representar ciertas dificultades en su valoración, pues a diferencia del control inhibitorio motor, éste carece de comportamientos "observables" que permitan estimarlo de manera más objetiva (Bari & Robbins, 2013).

De la misma forma en que los procesos inhibitorios antes mencionados suponen similitudes y diferencias a nivel conceptual y en la forma de evaluarse; estudios de imagen han revelado sustratos neurales en común, involucrando ambos la participación de estructuras como la corteza del cíngulo anterior, el área premotora, la ínsula anterior, y las cortezas prefrontal dorsolateral y parietal (Wager et al., 2005; Sebastian et al., 2013), quienes en conjunto forman una red encargada de mediar la resolución del conflicto entre dos respuestas en competencia (Wager et al., 2005). En contraste, se ha puntualizado un particular protagonismo de la corteza prefrontal lateral posterior (hemisferio izquierdo) en el control de interferencia (Banich, 2019), mientras que el control inhibitorio motor recluta una serie de regiones fronto-estriatales como el giro frontal inferior (derecho), los ganglios basales y la

corteza motora primaria (Rubia et al., 2001; Aron & Poldrack, 2006; Aron, 2011; Hung et al., 2018).

A la fecha, se ha reportado en repetidas ocasiones un pobre rendimiento en individuos con rasgos agresivos, impulsivos e infractores (adultos y adolescentes) en tareas *Stop-Signal* (Chen et al., 2008; Pawliczek, et al., 2013; Vilà-Balló et al., 2014) y otras tareas de control inhibitorio motor (*Go/No-Go*) (Le Marquand, 1998); así como una atenuada actividad de la corteza pre-motora (Chen et al., 2008) y menores amplitudes en los componentes ERN, N2 y P3 de infractores violentos durante la ejecución de dichas tareas (Vilà-Balló et al., 2014). Estos últimos han sido implicados con procesos de monitoreo y atención, los cuales resultan fundamentales para la ejecución exitosa de tareas que evalúan el control inhibitorio.

En respuesta a lo anterior y en sintonía con estudios previos, los resultados del presente estudio sugieren un efecto positivo del entrenamiento basado en meditación sobre el desempeño de jóvenes infractores en la tarea *Stop-Signal*. Algunos trabajos han mostrado beneficios en el desempeño de adultos sanos en tareas de control inhibitorio (motor) después de un entrenamiento basado en meditación, así como cambios en la actividad EEG subyacente a la ejecución de dichas tareas; como aumentos en la amplitud del componente N200 sobre regiones frontocentrales durante ensayos que demandan suprimir una respuesta motora (Sahdra et al., 2011; Pozuelos et al., 2019). Trabajos de imagen y EEG han sugerido que dicho componente refleja la activación de la corteza del cíngulo anterior durante la resolución de conflicto entre una respuesta generada internamente (acción preponderante) y las demandas externas que genera una tarea (señal *Stop*) (Van Veen & Carter, 2002). Por ello y ante la escasez de literatura que profundice sobre la manera en que la meditación puede influir en el control inhibitorio motor, resulta factible que esta relación esté mediada por el cíngulo anterior, de manera similar al control de interferencia.

Sin menospreciar la relevancia y posibles implicaciones de los resultados citados hasta ahora; es importante tener cuenta que el ejercicio del control inhibitorio (así como demás procesos ejecutivos) en la vida cotidiana está sujeto a la constante interacción con estímulos emocionales. En el presente trabajo, los efectos del entrenamiento (en meditación) sobre el control inhibitorio motor fueron más evidentes durante ensayos que involucraron estímulos emocionales de enojo; pues así lo reflejan el descenso en la comisión de errores (durante ensayos *Stop*) e incremento en los tiempos de reacción ante este tipo de estímulos. Con relación a ello, distintos trabajos han puesto en evidencia el papel facilitador que tienen los estímulos de enojo sobre deficiencias en el control inhibitorio de individuos violentos, infractores y con rasgos agresivos (Wilkowski, 2012; Lievaart et al., 2018), lo que propone a este tipo de estímulos como un detonador altamente efectivo de la conducta violenta y/o delictiva (reactiva) en presencia de mecanismos inhibitorios endebles (Subramani et al., 2019). Por ello, se considera que una de las principales contribuciones de este trabajo es la exploración de los efectos que la meditación puede tener no solo en el control inhibitorio per se, sino cuando éste interactúa con estímulos emocionales, lo cual ha sido poco explorado a la fecha.

Recientemente, Quaglia y colaboradores (2019) evaluaron el rendimiento de adultos sanos en una tarea *Go/No-Go* con estímulos emocionales (imágenes con expresiones faciales de alegría, miedo y neutras) antes y después de un entrenamiento basado en meditación, en comparación con el rendimiento de un grupo de control activo. Los autores encontraron un mejor desempeño del grupo tratamiento (decremento en tiempos de reacción y errores de comisión) posterior al entrenamiento en meditación; sin embargo, dicho efecto se presentó independientemente del tipo de emoción.

En contraste con lo anterior, los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran una mejor ejecución ante estímulos de enojo después del entrenamiento. Para explicar este hecho, es importante no perder de vista los siguientes antecedentes:

- Los estímulos de contenido emocional suelen mermar el desempeño en tareas de control inhibitorio, incluso en sujetos sin ninguna afectación o particularidad (Verbruggen & De Houwer, 2007).
- Los sujetos infractores (con rasgos violentos) suelen juzgar como rostros de enojo expresiones faciales ambiguas y presentar una hiperreactividad ante este tipo de estímulos (Schönenberg & Jusyte, 2014; Wegrzyn, Westphal & Kissler, 2017; Coccaro et al., 2007; Bowen et al., 2014; McClosky, 2016).
- Se han descrito mayores niveles de enojo, mayor conectividad límbica y menor conectividad prefrontal en infractores agresivos (en comparación con un grupo de control) cuando participan en la ejecución de tareas cognitivas que incorporan estímulos de enojo (Siep et al., 2019).

Por lo anterior, se cree que la facilidad de los sujetos agresivos para atribuir intenciones hostiles a estímulos de contenido emocional (no necesariamente aversivos), puede conducir a la provocación y con ello mermar su desempeño en tareas que evalúan el control inhibitorio, proceso que juega un papel fundamental en la regulación de la conducta violenta y/o delictiva (Schönenberg & Jusyte, 2014).

En línea con esto, el protocolo de intervención utilizado en el presente proyecto está específicamente diseñado para su implementación con jóvenes infractores, englobando distintas herramientas basadas en meditación que favorezcan la interacción con situaciones emocionalmente difíciles y/o aversivas.

En palabras de Dahl, Lutz y Davidson (2015), la meditación no sólo recluta procesos de atención, sino también de autocontrol y metacognición; a medida que dichos procesos son fortalecidos, el individuo va adquiriendo habilidades para suavizar lo que los autores llaman "fusión con la experiencia emocional", facilitando el manejo de ésta. Algunos estudios de imagen han aportado sustento a dicha hipótesis, reportando menor actividad de la amígdala en respuesta a estímulos emocionales negativos, asociados con el entrenamiento de meditación (Goldin & Gross, 2010; Brefczynski-Lewis et al., 2007). De manera que este nutre diversos mecanismos de control, donde diversas regiones de la corteza prefrontal contribuyen a la regulación de estructuras relacionadas con la actividad emocional (Tang, Holzel & Posner, 2015). De este modo, la práctica de la meditación atenúa la excitación emocional a través del fortalecimiento de la conectividad entre la amígdala y regiones prefrontales (Hölzel et al., 2013; Doll et al., 2016), reduciendo así, la interferencia de un estímulo emocionalmente relevante en la correcta ejecución de una tarea de control inhibitorio.

Así como resulta fundamental para el presente trabajo el análisis de los efectos que tiene la meditación sobre el control inhibitorio, también llama la atención la ausencia de diferencias en tareas que evalúan otras funciones ejecutivas. Al respecto, algunos autores han explorado el efecto de entrenamientos basados en meditación en múltiples funciones ejecutivas, encontrando resultados variados. Por ejemplo, Heeren, Van Broeck y Philippot (2009), evaluaron en adultos sanos el efecto de un entrenamiento de 8 semanas basado en meditación sobre diversos dominios ejecutivos (memoria autobiográfica, flexibilidad cognitiva, control inhibitorio cognitivo y motor), encontrando efectos sólo en tareas de memoria autobiográfica, flexibilidad e inhibición cognitiva. De forma similar, Valls-Serrano y colaboradores (2016) estimaron el efecto de un entrenamiento de 8 semanas basado en

meditación y manejo de metas, en múltiples funciones ejecutivas (memoria trabajo, toma de decisiones, planeación y control inhibitorio cognitivo) de adultos con abuso de sustancias, reportando diferencias solo en memoria de trabajo, toma de decisiones y planeación.

Resulta viable que las diferencias entre los hallazgos reportados por los estudios anteriores tengan relación con el tipo de protocolos utilizados; el programa implementado por Valls-Serrano y colegas (2016) incluye contenidos del programa de manejo de metas (Robertson, 1996; Levine et al., 2000, 2007), el cual tiene como objetivo la rehabilitación de funciones ejecutivas en pacientes con lesión cerebral, por ende, comprende actividades específicas para el desarrollo de ciertas funciones ejecutivas, como memoria de trabajo, planeación, etc. Por otro lado, el trabajo de Heeren, Van Broeck y Philippot (2009) incluyó un protocolo más convencional de meditación, en el cual no se trabaja de manera directa el funcionamiento ejecutivo, sino que se explora la manera en que los procesos atencionales se fortalecen a través de la meditación y eso se expresa en habilidades ejecutivas. Por lo anterior, dicho estudio y protocolo se asemejan más al presente trabajo, encontrando cambios positivos en el control inhibitorio cognitivo asociados al entrenamiento basado en meditación. Al respecto, Heeren y colegas (2009) sugieren que el efecto preferente de la meditación sobre el control inhibitorio cognitivo puede relacionarse con procesos de atención, donde el individuo adquiere habilidades para atenuar la elaboración y procesamiento de pensamientos, sentimientos y sensaciones que entorpecen el cumplimiento de una meta.

En contraste con los estudios citados en párrafos anteriores, la población comprendida en este trabajo presenta altos niveles de agresividad, lo que supone carencias en el control inhibitorio motor; por ende, el protocolo implementado en este proyecto enfatiza de manera explícita (en repetidas ocasiones) la importancia de utilizar las estrategias revisadas como herramientas para mitigarla conducta automática (agresiva) en respuesta a contextos

adversos. De esta manera, el participante es motivado a lo largo del protocolo a responder en lugar de reaccionar, esto podría explicar (en parte) el incremento en los tiempos de reacción registrados por el grupo tratamiento ante estímulos de enojo.

Una vez analizado a detalle la posible interacción entre la meditación y el control inhibitorio, es preciso señalar que ambos grupos fueron capaces de reducir el tiempo de ejecución en diversas tareas de funcionamiento ejecutivo, principalmente en aquellas que evalúan memoria de trabajo y planeación. Es viable que dichas diferencias radiquen en la previa exposición a las tareas, pues las pruebas utilizadas en el presente proyecto no cuentan con formas A Y B, es decir, los reactivos implicados en la evaluación pre-tratamiento son exactamente los mismos que los comprendidos en la evaluación post-tratamiento. De esta manera, es probable que los participantes hayan adquirido cierta familiaridad con las reglas e ítems de las tareas. A pesar de ello, no mostraron una mayor precisión en la ejecución de dichas pruebas.

En general, ambos grupos mostraron habilidades ejecutivas similares durante la evaluación pre-tratamiento, a excepción de un par de variables (mayor número de categorías y menores tiempos de ejecución) en tareas que evalúan capacidad de abstracción (clasificación semántica) y planeación (laberintos), sugiriendo un mejor desempeño del grupo tratamiento en dichas pruebas. Este hecho persistió durante la evaluación post-tratamiento, por lo que no se puede atribuir al entrenamiento en meditación. A pesar de que se procuró que los grupos fueran lo más similares posibles en diversas variables que podrían influir en su rendimiento intelectual (como edad, CI, escolaridad, etc.), es factible que ciertas particularidades asociadas a características individuales o al consumo de drogas (etapa en que se inició el consumo, tiempo de consumo, frecuencia, tipo de droga, etc.) puedan generar diferencias en el desarrollo y por ende en la cualidad de procesos cognitivos y ejecutivos.

8.2 Actividad electroencefalográfica

El registro y análisis de la actividad EEG reveló efectos del entrenamiento basado en meditación sobre la función cerebral en condición de reposo y durante el ejercicio de la meditación. A pesar de ello, las hipótesis propuestas en el presente estudio pudieran no haberse cumplido en su totalidad. En ese sentido y contrario a lo esperado, se encontraron diferencias en la actividad EEG durante el registro pre-tratamiento, dichas diferencias fueron exclusivas para la potencia absoluta y correlación. Presentado el grupo tratamiento una mayor potencia absoluta en bandas como Delta, Theta y Beta 1 sobre derivaciones frontales, centrales y parietales de ambos hemisferios. Así como una mayor correlación fronto-parietal en bandas de alta frecuencia (beta 2 y gama) durante la meditación pre-tratamiento.

La crecida potencia absoluta en frecuencias lentas (delta y theta) es quizá el hallazgo más consistente y/o reportado en sujetos infractores durante el reposo (ojos cerrados). Diferentes autores han hipotetizado que pudiera reflejar una disminución del *arousal*, retrasos en la madurez cortical y por ende en el desarrollo de mecanismos que favorecen la regulación del comportamiento (Raine et al., 1990; Lindberg et al., 2005; Marek et al., 2018). En ese sentido, se ha relacionado una mayor potencia absoluta de delta (en reposo) sobre regiones centro-parietales con un bajo rendimiento en tareas de funcionamiento ejecutivo (Bong et al., 2020). De igual manera, se ha documentado en repetidas ocasiones una elevada potencia absoluta de Delta sobre regiones posteriores en adolescentes con TDAH en condición de reposo (ojos cerrados) (Hobbs et al., 2007) y de la banda theta en personas adictas (Rangaswamy et al., 2003). Además, se han vinculado con rasgos de enojo, agresividad y violencia (Decety, Lewis & Cowell, 2015; Convit, Czobor & Volavka, 1991).

En menor proporción, trabajos previos han evidenciado una mayor potencia de beta 1 (durante el reposo) sobre múltiples regiones en sujetos que han cometido homicidios (Gatzke-Kopp et al., 2001; Calzada-Reyes & Alvarez-Amador, 2009; Calzada-Reyes et al., 2013), sugiriendo una relación con rasgos impulsivos (Calzada-Reyes et al., 2013; Saletu-Zyhlarz et al., 2004).

Como se mencionó en párrafos anteriores, el grupo tratamiento también mostró una mayor correlación (intra-hemisférica) durante la meditación pre-tratamiento. Esto se presentó entre derivaciones fronto-parietales en los ritmos beta 2 y gama. Los antecedentes revisados, sugieren que esto no reflejaría características EEG propias de los procesos meditativos, pues algunos trabajos han señalado un decremento en dicha actividad asociado a procesos meditativos (Tomljenović, Begić & Maštrović, 2016), y en particular, una baja del acoplamiento entre regiones cerebrales en beta 2 durante el ejercicio de diversas técnicas de meditación (Lehmann et al., 2012). Por el contrario, varios trabajos han descrito un mayor acoplamiento intra-hemisférico (en reposo) en las bandas beta y gama entre regiones frontales y posteriores de sujetos adictos (Choi et al., 2013;; Youth et al., 2017; Park et al., 2018;). Argumentando que estas características electrofisiológicas reflejan un estado de hiperexcitabilidad cortical y guardan relación con el control disfuncional de los impulsos y el sistema de recompensa (Rangaswamy et al., 2002; Begleiter & Porjesz, 2006; Park et al., 2017).

Las diferencias observadas durante el registro pre-tratamiento, reflejan una de las principales limitantes del presente trabajo, ya que a pesar de las medidas tomadas en pro de la homogeneidad de la muestra, ésta presentó una variabilidad que pudiera nublar la interpretación de los resultados. Dicha variabilidad pudiera insinuar la heterogeneidad de las poblaciones jóvenes carcelarias, y podría explicarse (en parte) a partir de diferencias en

variables como la edad de inicio en el consumo de drogas, la cantidad y tipo de drogas utilizadas previamente, la duración y frecuencia del consumo de sustancias, así como sintomatologías y/o consecuencias en la emoción y cognición asociadas al previo abuso de sustancias.

Por otro lado, el grupo tratamiento mostró un descenso en la potencia absoluta del ritmo Delta (en reposo y durante la meditación) sobre regiones fronto-centro-parietales. En sintonía con esto, se ha descrito un decremento en delta en meditadores novatos durante la meditación (Stapleton et al., 2020). Resultados similares se han obtenido en estudios que exploran los afectos del entrenamiento basado en meditación sobre la actividad EEG en reposo. Por ejemplo, Medina y colaboradores (1999) reportaron un descenso generalizado (en todas las bandas y derivaciones) de la potencia absoluta en 8 estudiantes universitarios después de un entrenamiento en meditación (con 4 meses de duración, aproximadamente) al compararlos con individuos controles en condiciones de reposo y concentración. De forma similar, Kim, Rhee y Kang (2014), registraron la actividad EEG en reposo y en meditación de 14 adultos sanos después de haber sido entrenados en meditación (durante 8 semanas), encontrando una disminución significativa de la potencia absoluta en la banda delta en condición de meditación. Se ha hipotetizado que dichos efectos podrían reflejar un mayor nivel de alertamiento cerebral, pues se ha observado una relación inversa entre la potencia absoluta de delta y el nivel de vigilancia (Petsche et al., 1988; Medina et al., 1999).

Aunado a lo anterior, el grupo tratamiento mostró un incremento en la potencia relativa de alfa 1 sobre regiones frontales durante la evaluación post-tratamiento en condición de reposo (ojos cerrados).

Como se revisó previamente, la banda alfa es una de las más estudiadas y sensibles al ejercicio de la meditación; pues se han documentado de forma consistente diversos

cambios en este rango sobre regiones frontales durante el ejercicio (Travis, 2001; Cahn et al., 2013; Travis & Parim, 2017; van Luttervel et al., 2017) y en consecuencia de entrenamientos basados en meditación (Hebert et al., 2005). De manera similar al presente estudio, algunos trabajos han encontrado y asociado con la meditación, una mayor potencia relativa de alfa en condición de reposo (ojos cerrados) (Kim et al., 2013). Sin embargo, pocos trabajos han distinguido los componentes lentos y rápidos de dicha banda, así como la implicación de cada uno en procesos particulares de la meditación. A ese respecto, y en línea con el presente estudio, Aftanas y Golosheykin (2005) reportaron una mayor potencia de alfa 1 en meditadores expertos al compararlos con un grupo control en condición de ojos cerrados; ésta se reduce conforme incrementa el arousal, por lo que se ha relacionado con procesos de vigilancia, relajación y atención generalizada (Klimesch, 1999; Khanam, Rahman & Ahmad, 2018). Tomando en cuenta estos antecedentes, resulta factible que el incremento en la potencia relativa de alfa 1 refleje una facilitación del entrenamiento basado en meditación sobre procesos de relajación y atención (generalizada) a estímulos del entorno durante el reposo.

A la fecha, los trabajos que han explorado efectos de algún modelo de intervención en la actividad EEG (en reposo) de sujetos infractores son casi nulos. Sin embargo, un estudio reciente elaborado por Konicar y colaboradores (2021) describió resultados similares (al presente trabajo), al notar un decremento en delta e incremento de alfa posterior a un entrenamiento basado en *neurofeedback* en sujetos (reclusos) con antecedentes criminales. Tomando en cuenta que el exceso de actividad lenta y la baja potencia de alfa (en reposo) son considerados como los principales “marcadores” electroencefalográficos en sujetos agresivos y con antecedentes criminales, los autores hipotetizan que los resultados mencionados pudieran sugerir un efecto de “normalización” del EEG en estado de reposo,

atenuando características electroencefalográficas asociadas a rasgos agresivos, impulsivos y delictivos.

Además de las potencias absoluta y relativa, los análisis mostraron efectos del entrenamiento sobre algunos patrones de correlación. Presentando el grupo tratamiento un incremento en el acoplamiento entre regiones frontales (en reposo y meditación) en frecuencias ampliamente estudiadas y relacionadas con procesos implicados en la meditación: theta y alfa 1.

La prevalencia de ritmos theta y alfa (sobre regiones frontales) durante la meditación y posterior a su ejercicio, suelen asociarse a mecanismos de control tipo *top-down*; que a través de la integración de distintas regiones corticales (Buzsáki & Wang, 2012; von Stein y Sarnthein, 2000), favorecen procesos de focalización y relajación (Tanaka et al., 2014).

Múltiples trabajos han descrito un incremento de oscilaciones theta durante procesos cognitivos variados, como el reconocimiento (Hsieh, Ekstrom & Ranganath, 2011), la memoria (Sederberg et al., 2003), el aprendizaje espacial y la atención dirigida a estímulos internos (Caplan et al., 2003; Cona et al., 2020). Así como un crecimiento en la sincronización de dicha banda sobre diversas regiones corticales durante tareas cognitivas complejas (Raghavachari et al., 2001; Mizuhara et al., 2004).

En cuanto a la meditación, se ha encontrado que la actividad theta presenta una mayor potencia en meditadores (sobre regiones frontales) al compararlos con individuos controles en estados meditativos, así como al comparar estados de meditación con estados de reposo (Lagopoulos et al., 2009). Incluso, múltiples trabajos han reportado incrementos de theta en reposo sobre regiones frontales después de un entrenamiento en meditación (Tang et al., 2009; Lomas, Ivrtzan & Fu, 2015; De los Angeles et al., 2016).

Algunos estudios han dejado entrever la posible relación entre el ritmo theta y cambios anátomo-funcionales favorecidos por el ejercicio de la meditación en estructuras y redes involucradas en procesos atencionales, como lo es el cíngulo anterior (Cahn & Polich, 2006).

En primera instancia, Lou y colaboradores (1999) encontraron un mayor metabolismo en la corteza del cíngulo anterior de meditadores en reposo. Un estudio posterior realizado por Pizzagalli, Oakes y Davidson (2003) mostró una correlación positiva entre el metabolismo en la corteza del cíngulo anterior y la actividad theta frontal (sobre línea media) en meditadores. A su vez, estudios en modelos animales han mostrado que la estimulación de baja frecuencia (como theta) en la corteza del cíngulo anterior favorece la proliferación de oligodendrocitos y con ello procesos de mielinización (cambios anatómicos) asociados a modificaciones conductuales que sugieren un decremento en niveles de ansiedad (Weible et al., 2017; Piscopo et al., 2018). A partir de estos hallazgos, es posible entender uno de los mecanismos mediante el cual la meditación induce cambios en la anatomía de regiones cerebrales pertinentes a procesos cognitivos y de emoción; pues se sugiere que durante el estado meditativo prevalecen características en la actividad EEG (menor frecuencia y mayor amplitud) que favorecen la plasticidad cerebral (Tang et al., 2019).

Como se mencionó anteriormente, la correlación refleja el grado de semejanza (acoplamiento) entre dos señales, lo que permite una aproximación a posibles relaciones funcionales entre dos regiones (derivaciones). En ese sentido, se ha documentado un incremento en el acoplamiento de regiones frontales y parietales en la banda theta durante la ejecución de tareas de funcionamiento ejecutivo (Sauseng et al., 2005), así como entre regiones frontales durante estados meditativos (Baijal & Srinivasan, 2010), lo que pone de manifiesto la necesidad de acoplamiento entre regiones frontales (en ritmo theta) para

sustentar procesos de focalización y atención. El presente estudio muestra un incremento en la correlación frontal de theta (en reposo y concentración) después del entrenamiento en meditación; resultados similares han sido reportados por Tomljenović, Begić y Maštrović (2016), quienes encontraron un incremento en el acoplamiento (en theta) entre derivaciones centrales, temporales y occipitales en condición de reposo (ojos cerrados) después de un entrenamiento basado en meditación con duración de tres meses. Además, se ha señalado una relación positiva entre la sincronía intra-hemisférica en reposo entre regiones frontales en el rango theta con un mejor rendimiento ejecutivo en estudiantes sanos (Basharpoor, Heidari & Molavi, 2019).

En línea con lo anterior, los efectos de la meditación sobre la actividad EEG observados en el presente estudio, sugieren una potenciación en los procesos de atención y focalización en jóvenes infractores. Esta idea viene a ser redondeada por el incremento presentado por el grupo tratamiento en la correlación frontal de alfa 1, pues diversos estudios han sugerido la concomitancia de ambos ritmos (theta y alfa) en la actividad subyacente a procesos meditativos (Lagopoulos et al., 2009; Kaur & Singh, 2015; Henz & Schöllhorn, 2018) y la función de redes neuronales multifuncionales relacionadas con la atención (Aftanas et al., 1998) y la emoción (Aftanas & Golocheikine, 2001; Klimesch, 1999; Lieske & Ramirez, 2006).

De forma similar a theta, el acoplamiento frontal en alfa 1 ha sido reportado durante el ejercicio de la meditación (Travis et al., 2010) y en consecuencia de un entrenamiento basado en meditación en jóvenes sanos (Dillbeck & Bronson, 1981), siendo asociado a procesos de relajación y atención (Travis & Wallace, 1999; Klimesch, Sauseng & Hanslmayr, 2007). Dicho patrón se considera como un indicador neurofisiológico de estados de reposo sensoriomotor y mental (Travis, 2001; Teplan, Krakovská & Špajdel, 2014), pues

suele manifestarse en fases de baja actividad simpática, alta actividad parasimpática y frecuencia respiratoria lenta (Travis & Wallace, 1999). Por otro lado, se ha propuesto que alfa1 también funge como facilitador de procesos atencionales generalizados, favoreciendo procesos de control top-down a través de la inhibición activa de estímulos no relevantes (Klimesch, Sauseng & Hanslmayr, 2007; Foxe & Snyder, 2011). Por ende, el acoplamiento frontal en este ritmo favorece la experiencia voluntaria de observación y receptividad, evitando la elaboración y adhesión con los pensamientos y/o emociones en curso (Hayes & Feldman, 2004).

En resumen, múltiples estudios de meditación y actividad EEG sugieren un incremento en el acoplamiento frontal en los rangos theta y alfa, alegando una interacción entre dichos ritmos como sustento a procesos atencionales. Siendo el primero íntimamente ligado a procesos de atención (a procesos internos) (Vinogradova, 2001) y el segundo a procesos de relajación y vigilia. La prevalencia de estos ritmos y patrones de correlación responde a estados de relajación y atención internalizada, promovidos por el ejercicio de la meditación; cuyos efectos pueden extenderse más allá de la práctica, siendo visibles en condición de reposo e incluso ante demandas cognitivas.

De forma similar al presente trabajo, algunos estudios han evaluado el efecto de la meditación no sólo en la actividad EEG en reposo, sino también en tareas de funcionamiento ejecutivo; por ejemplo, Fan y colaboradores (2014) reportaron resultados similares al presente estudio, pues encontraron un incremento en la potencia de alfa en condición de reposo sobre regiones frontales, centrales y parietales en estudiantes sanos. Así como en la ejecución de la tarea Stroop después de un entrenamiento basado en meditación. Además, señalaron una correlación negativa entre la potencia de alfa y la diferencia entre el

tiempo de reacción promedio ante ensayos incongruentes y ensayos congruentes (conflict reaction time).

En esa misma línea, un estudio reciente estimó el efecto de un entrenamiento basado en meditación (con duración de 4 semanas) sobre el rendimiento de universitarios (sanos) en una tarea de memoria, así como en la actividad EEG subyacente. Los autores encontraron no sólo un mejor desempeño de los estudiantes después del tratamiento (en comparación con un grupo control), sino también un incremento en la actividad theta sobre el frontal derecho (Nyhus et al., 2019). De forma similar, Basharpour, Heidari y Molavi (2019) mostraron una relación positiva entre el acoplamiento frontal de theta en reposo y el desempeño ejecutivo.

Una vez revisados y discutidos los resultados del grupo tratamiento, es pertinente señalar que los análisis de la actividad EEG también evidenciaron algunos cambios en el grupo control. De forma contraria al grupo tratamiento, el grupo de control mostró un incremento en la potencia absoluta del ritmo Delta (en reposo) sobre regiones temporales y de theta sobre derivaciones fronto-temporales. Como se mencionó previamente, la exacerbada potencia en bandas de actividad lenta (delta y theta) durante el reposo, constituye una característica (electroencefalográfica) reportada de manera consistente en sujetos infractores y/o agresivos, sugiriendo una disminución en el *arousal*, retraso en la madurez cortical y asociándose a comportamientos dirigidos a la búsqueda de sensaciones, deficiencias en el control inhibitorio y conductas violentas y/o delictivas (Raine et al., 1990; Volavka, 1990; Convit, Czobor & Volavka, 1991; Lindberg et al., 2005; Decety, Lewis & Cowell, 2015).

El grupo control también registró un incremento en la potencia absoluta de beta (en reposo y durante la meditación) sobre regiones fronto-temporales, así como de la correlación en este ritmo (beta 1) durante la meditación. Estas características suelen reportarse en sujetos infractores, vinculándose con estados de irritabilidad y carencia de habilidades para la autoregulación (Rangaswamy et al., 2002; Begleiter & Porjesz, 2006; Park et al., 2017).

Los cambios en la actividad EEG presentados por el grupo control, pudieran reflejar algunos efectos de la reclusión sobre los procesos mentales y/o cerebrales. Pues la experiencia de vivir en la cárcel suele acompañarse de situaciones de maltrato o violencia (en múltiples modalidades), de autoaislamiento y/o tensión en los vínculos sociales (Ashkar & Kenny, 2008; Haney, 2012; Schnittker & John, 2007; Yang et al., 2009). La intensidad y efectos que este tipo de vivencias puedan tener sobre el individuo van a depender de diversas características personales del recluso, como lo pueden ser la edad, la salud mental y los antecedentes penales, entre otras (Ashkar & Kenny, 2008). En ese sentido, no se tiene el conocimiento de algún trabajo que explore los efectos del encarcelamiento en la actividad EEG en reposo, pero sí de estudios que han documentado un declive en el control cognitivo, el reconocimiento y la regulación emocional de jóvenes infractores reclusos (Umbach, Raine & Leonard, 2018). Incluso, algunos trabajos han sugerido que las intervenciones basadas en meditación podrían fungir como amortiguadores del impacto que puede llegar a tener el encarcelamiento sobre procesos atencionales y de regulación emocional (Leonard et al., 2013; Umbach, Raine & Leonard, 2018).

Para concluir la discusión de los resultados, es preciso señalar y no perder de vista algunas limitaciones del presente estudio, una de ellas radica en que algunos de los internos dejaron la institución antes de la fecha programada y otros abandonaron el estudio por

voluntad propia, por lo que no pudieron completar el estudio. Además, no todos los internos eran elegibles; algunos de ellos tenían sanciones específicas que imposibilitaban su participación en este proyecto, por lo tanto, el muestreo no pudo ser completamente aleatorio, sino por conveniencia, es decir, sólo aquellos jóvenes que pudieron y quisieron participar, formaron parte de la muestra.

Otra de las principales limitaciones tiene que ver con la amplia variabilidad en los datos obtenidos, esto podría deberse a varios factores: primero, todos los participantes incluidos en el estudio fueron arrestados por cometer al menos un delito violento, aun así, es importante tener en cuenta que un robo a mano armada no es comparable con un homicidio, o un homicidio a múltiples homicidios. Algo similar ocurre con el consumo de drogas, donde algunos jóvenes informan el uso de marihuana, alcohol y tabaco, mientras que otros también reportan el uso de inhalantes, metanfetaminas o cocaína, estas sustancias generalmente tienen efectos particulares en el sistema nervioso central y por lo tanto, en el rendimiento cognitivo y procesos ejecutivos (Inozemtseva & Núñez-Mejía, 2019). Otro factor que puede haber contribuido a la variabilidad de los resultados, es el tiempo de práctica fuera de sesión, pues algunos trabajos han señalado que esta podría potenciar la influencia de la meditación sobre el funcionamiento ejecutivo (Leonard et al., 2013). Durante el presente estudio, los participantes informaron cada semana el tiempo aproximado que destinaron a practicar fuera de sesión, sin embargo, no se realizó un registro y control riguroso de esta información. Por lo tanto, es factible que no todos los participantes hayan dedicado la misma cantidad de tiempo para practicar fuera de clase, además, no se descarta una diferencia entre el tiempo de práctica informado por los jóvenes y el tiempo de práctica real.

9. CONCLUSIONES

En general, los datos arrojados por el presente trabajo muestran la relevancia de las prácticas meditativas en programas orientados a la rehabilitación y prevención del comportamiento criminal y violento en poblaciones jóvenes, ya que como sugieren los presentes resultados, generan efectos medibles en la conducta y función cerebral subyacente a la regulación del comportamiento y la emoción. Este tipo de intervención tiene además la ventaja de ser una técnica costo-eficiente, pues puede implementarse en grupos relativamente grandes, requiere poco equipo y permite al individuo continuar la práctica después de la intervención.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo plantean la necesidad de realizar más estudios que permitan analizar con mayor detalle los mecanismos cerebrales (anatómicos y funcionales) que explican la forma en cómo la meditación fomenta el desarrollo de la función ejecutiva y en particular, del control inhibitorio. Así mismo, sería conveniente realizar estudios de seguimiento que permitan explorar si dichos efectos persisten o dependen de la continuación de la práctica más allá de la intervención.

Los datos obtenidos representan un paso en la búsqueda de intervenciones efectivas que favorezcan la prevención de la violencia y la reincidencia en el delito de jóvenes infractores, pues a pesar de lo prometedor que lucen los datos, es importante tomarlos con cautela y tener presente que este trabajo no evaluó procesos de regulación emocional ni la incidencia de conductas violentas. No obstante, la presente investigación representa un punto de partida para estudios subsecuentes que profundicen y den seguimiento a la relación entre

procesos ejecutivos favorecidos a través de técnicas meditativas y la reincidencia de la población joven en conductas violentas y / o criminales.

REFERENCIAS

- Abram, K.M., Teplin, L.A., McClelland, G.M. & Dulcan, M.K. (2003). Comorbid Psychiatric Disorders in Youth in Juvenile Detention. *Archives of General Psychiatry*, 60, 1097-1108.
- Acero, G., Córdoba, F. & Castañeda, G. (2007). Factores de riesgo para la violencia y homicidio juvenil. *Revista colombiana de psiquiatría*, 36(1), 78-97.
- Adam, E.K. (2006). Transactions among adolescent trait and state emotion and diurnal and momentary cortisol activity in naturalistic settings. *Psychoneuroendocrinology*, 31(5), 664–679.
- Aftanas, L. & Golosheykin, S. (2005). Impact of regular meditation practice on EEG activity at rest and during evoked negative emotions. *The International journal of neuroscience*, 115(6), 893-909.
- Aftanas, L.I. & Golocheikine, S.A. (2001). Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG investigation of meditation. *Neuroscience letters*, 310(1), 57-60.
- Aftanas, L.I. & Golosheikin, S.A. (2003). Changes in cortical activity in altered states of consciousness: the study of meditation by high-resolution EEG. *Human physiology*, 29(2), 143-151.
- Aftanas, L.I., Lotova, N.V., Koshkarov, V.I. & Popov, S.A. (1998). Non-linear dynamical coupling between different brain areas during evoked emotions: an EEG investigation. *Biological psychology*, 48(2), 121-138.
- Ahani, A., Wahbeh, H., Miller, M., Nezamfar, H., Erdogmus, D., & Oken, B. (2013). Change in physiological signals during mindfulness meditation. *International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering*, 1738–1381.
- Alcázar-Córcoles, M., Verdejo-García, A., Bouso-Saiz, J. & Bezos-Saldaña, J. (2010). Neuropsicología de la agresión impulsiva. *Revista de Neurología*, 50(5), 291-299.
- Alexander, C.N., Rainforth, M.V., Frank, P.R., Grant, J.D., Von Stade, C. & Walton, K.G. (2008). Walpole Study of the Transcendental Meditation Program in Maximum Security Prisoners III. *Journal of offender rehabilitation*, 36(1-4), 161.180.
- Analayo (2003). *Satipatthana: The Direct Path to Realization*. Windhorse Publications.
- Andreassi, J. (2000). Psychophysiology. Human behavior & physiological response. *The nervous system and measurement of its activity*. United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arain, M., Haque, M., Johal, L., Mathur, P., Nel, W., Rais, A., Sandhu, R. & Sharma, S. (2013). Maturation of the adolescent brain. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 9, 449-461.
- Arango, O., Puerta, I. & Pineda, D. (2008). Estructura factorial de la función ejecutiva desde el dominio conductual. *Revista Diversitas perspectivas en psicología*, 4(1), 63-77.

- 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), 24-24-2433.
- 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.
- Ashkar, P. J., & Kenny, D. T. (2008). Views from the inside: young offenders' subjective experiences of incarceration. *International journal of offender therapy and comparative criminology*, 52(5), 584–597.
- Auty, K.M., Cope, A. & Liebling, A. (2015). A systematic review and meta-analysis of yoga and mindfulness meditation in prison: effects on psychological well-being and behavioural functioning. *International journal of offender therapy and comparative criminology*, 61(6), 689-710.
- Axmacher, N., Mormann, F., Fernández, G., Elger, C.E. & Fell, J. (2006). Memory formation by neuronal synchronization. *Brain research reviews*, 52(1), 170-182.
- Azaola, E. (2015). *Diagnóstico de las y los adolescentes que cometen delitos graves en México*. México: UNICEF.
- Baddeley, A. D. (1990). The development of the concept of working memory: Implications and contributions of neuropsychology. En G. Vallar & T. Shallice (Eds.), *Neuropsychological impairments of short-term memory* (p. 54–73). Cambridge University Press.
- Baird, A., Fugelsang, J., & Bennett, C. (2005). *What were you thinking: An fMRI study of adolescent decision-making*. New York, USA: Poster presented at Cognitive Neuroscience Society meeting, April 2005.
- Baker, C. (2004). *Behavioral genetics: an introduction to how genes and environments interact through development to shape differences in mood, personality and intelligence*. Nueva York: AAAS.
- Baker, K. (2008). Conduct disorders in children and adolescents. *Pediatrics and Child Health*, 19(2), 73-78.
- Banco Mundial (2012). *La violencia juvenil en México: reporte de la situación, el marco legal y los programas gubernamentales*. Recuperado el 9 de Junio 2019 d <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/277681468155375869/La-violencia-juvenil-en-Mexico-report-de-la-situacion-el-marco-legal-y-los-programas-gubernamentales>
- 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.
- Banich, M.T. (2019). The stroop effect occurs at multiple points along a cascade of control: evidence from cognitive neuroscience approaches. *Frontiers in psychology*, 10, 2164.
- Bari, A. & Robbins, T.W. (2013). Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in neurobiology*, 108, 44-79.
- Barnea-Goraly, N., Menon, V., Eckert, M., Tamm, L., Bammer, R., Karchemskiy, A., Dant, C.C., & Reiss, A.L. (2005). White matter development during childhood

and adolescence: A cross-sectional diffusion tensor imaging study. *Cerebral Cortex*, 15, 1848–1854.

- Barnert, E. S., Himelstein, S., Herbert, S., Garcia-Romeu, A., & Chamberlain, L. J. (2014). Exploring an intensive meditation intervention for incarcerated youth. *Child & Adolescent Mental Health*, 19(1), 69–73.
- Baron, S. & Hartnagel, T. (1997): Attributions, affect and crime: Street youths' reactions to unemployment", *Criminology*, 35(3), 409-434.
- Barratt, E.S., Stanford, M.S., Dowdy, L., Liebman, M.J. & Kent, T.A. (1999). Impulsive and premeditated aggression: a factor analysis of self-reported acts. *Psychiatry research*, 86(2), 163-173.
- Basharpour, S., Heidari, F. & Molavi, P. (2019). EEG coherence in theta, alpha, and beta bands in frontal regions and executive functions. *Applied neuropsychology*, 7, 1-8.
- Bauer, L. O., & Hesselbrock, V. M. (1999). Subtypes of family history and conduct disorder: effects on P300 during the stroop test. *Neuropsychopharmacology: official publication of the American College of Neuropsychopharmacology*, 21(1), 51–62.
- Bauer, L. O., & Hesselbrock, V. M. (2003). Brain maturation and subtypes of conduct disorder: interactive effects on p300 amplitude and topography in male adolescents. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 42(1), 106–115.
- Bauer, M., Oostenveld, R., Peeters, M. & Fries P. (2006). Tactile spatial attention enhances gamma-band activity in somatosensory cortex and reduces low-frequency activity in parieto-occipital areas. *The journal of neuroscience*, 26(2), 490-501.
- Bausela, H.E. & Santos, C.J. (2006). Utilidad del Stroop en la psicología clínica. *Avances en salud mental relacional*, 5 (1).
- Begleiter, H., & Porjesz, B. (2006). Genetics of human brain oscillations. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 60(2), 162–171.
- Berkovich-Ohana, A., Glicksohn, J., & Goldstein, A. (2012). Mindfulness-induced changes in gamma band activity - implications for the default mode network, self-reference and attention. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 123(4), 700–710.
- Bernat, E. M., Hall, J. R., Steffen, B. V., & Patrick, C. J. (2007). Violent offending predicts P300 amplitude. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 66(2), 161–167.
- Beve, I., Duchesne, T., Rosenthal, J., Rossman, L., Theodor, F. & Sowa, E. (2003). *Young offenders diagnoses as predictors of subsequent adult criminal behavior*. Annual Convention of the American Psychological Association, Toronto, ON.
- Bielas, H., Barra, S., Skrivanek, C., Aebi, M., Steinhausen, H., Bessler, C. & Plattner, B. (2016). The associations of cumulative adverse childhood experiences and irritability with mental disorders in detained male adolescent offenders. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 10 (14).
- Bilderbeck, A. C., Farias, M., Brazil, I. A., Jakobowitz, S., & Wikholm, C. (2013). Participation in a 10-week course of yoga improves behavioural control and decreases psychological distress in a prison population. *Journal of Psychiatric Research*, 47, 1438-1445.

- Bing-Canar, H., Pizzuto, J., & Compton, R. J. (2016). Mindfulness-of-breathing exercise modulates EEG alpha activity during cognitive performance. *Psychophysiology*, 53(9), 1366–1376.
- Bishop, S.R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N.D., Carmody, J., Segal, Z.V., Abbey, S., Speca, M., Velting, D. & Devins, G. (2004). Mindfulness: A Proposal Operational Definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 11(3), 230-241.
- Blair, J., Mitchell, D., & Blair, K. (2005). *The psychopath: Emotion and the brain*. Malden, MA: Blackwell.
- Blair, R.J.R. (2004). The roles of orbital frontal cortex in the modulation of antisocial behavior. *Brain and cognition*, 55(1), 198-208.
- Blair, R.J.R. (2006). The emergence of psychopathy: implications for the neuropsychological approach to developmental disorders. *Cognition*, 101(2), 414-442.
- Blair, R.J.R. (2010). Neuroimaging of psychopathy and antisocial behavior: a targeted review. *Current psychiatry reports*, 12(1), 76-82.
- Bobes, M.A., Ostrosky, F., Diaz, K., Romero, C., Borja, K., Santos, Y., Valdés-Sosa, M. (2013). Linkage of functional and structural anomalies in the left amygdala of reactive-aggressive men. *Social cognitive and affective neuroscience*, 8(8), 928-936.
- Boes, A.D., Tranel, D., Anderson, S.W. & Nopoulos, P. (2008). Right anterior cingulate: a neuroanatomical correlate of aggression and defiance in boys. *Behavioral neuroscience*, 122(3), 677-684.
- Bong, S. H., Choi, T. Y., Kim, K. M., Lee, J., & Kim, J. W. (2020). Correlation between executive function and quantitative EEG in patients with anxiety by the Research Domain Criteria (RDoC) framework. *Scientific reports*, 10(1), 18578.
- Bonilla, C.M. (2009). Inhibition of voluntary movement: an overview. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 10 (1), 67-74.
- Bonilla, J. & Fernández, G. S. (2006). Neurobiología y neuropsicología de la conducta antisocial. *Psicopatología Clínica, Legal y Forense*, 6, 67-81.
- Bos, P.A., van Honk, J., Ramsey, N.F., Stein, D.J. & Hermans, E.J. (2013). Testosterone administration in women increases amygdala responses to fearful and happy faces. *Psychoneuroendocrinology*, 38(6), 808-817.
- Bostanov, V., Keune, P.M., Kotchoubey, B. & Hautzinger, M. (2012). Event-related brain potentials reflect increased concentration ability after mindfulness-based cognitive therapy for depression: A randomized clinical trial. *Psychiatry research*, 199(3), 174-180.
- Bowen, K.L., Morgan, J.E., Moore, S.C. & van Goozen, S.H.M. (2014). Young offenders' emotion recognition dysfunction across emotion intensities: explaining variation using psychopathic traits, conduct disorder and offense severity. *Journal of psychopathology and behavioral assessment*, 36(1), 60-73.
- Bowen, S., Chawla, N. & Marlatt, G.A. (2010). *Mindfulness-based relapse prevention for addictive behaviors: A clinician's guide*. New York, NY: Guilford Press.
- Bowen, S., Witkiewitz, K., Dillworth, T.M., Chawla, N., Simpson, T.L., Ostafin, B.D., Larimer, M.E., Blume, A.W., Parks, G.A. & Marlatt, G.A. (2006). Mindfulness

meditation and substance use in an incarcerated population. *Psychology of addictive behaviors*, 20(3), 343-347.

- Braboszcz, C., Cahn, B.R., Levy, J., Fernandez, M. & Delorme, A. (2017). Increased gamma brainwave amplitude compared to control in three different meditation traditions. *Plos one*, 12(1).
- Braboszcz, C., Hahusseau, S. & Delorme, A. (2010) Meditation and Neuroscience: from basic research to clinical practice. En “*Integrative Clinical Psychology, Psychiatry and Behavioral Medicine: Perspectives, Practices and Research*”. Editor: R. Carlstedt. Springer Publishing.
- Brefczynski-Lewis, J.A., Lutz, A., Schaefer, H.S., Levinson, D.B. & Davidson, R.J. (2007). Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(27), 11483-11488.
- Britton, W.B., Shahar, B., Szepsenwol, O. & Jacobs, W.J. (2012). Mindfulness-based cognitive therapy improves emotional reactivity to social stress: results from a randomized controlled trial. *Behavior therapy*, 43(2), 365-380.
- Brooks, J.H. & Reddon, J.R. (1996). Serum testosterone in violent and nonviolent young offenders. *Journal of clinical psychology*, 52(4), 475-483.
- Brown, K.W. & Ryan, R.M. (2003). The benefits of being present: mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of personality and social psychology*, 84(4), 822-848.
- Buckholtz, J.W., Treadway, M.T., Cowan, R.L., Woodward, N.D., Benning, S.D., Li, R., Ansari, M.S., Baldwin, R.M., Schwartzman, A.N., Shelby, E.S., Smith, C.E., Cole, D., Kessler, R.M. & Zald, D.H. (2010). Mesolimbic Dopamine Reward System Hypersensitivity in Individuals with Psychopathic Traits. *Nature neuroscience*, 13(4), 419-421.
- Burnett, R., Cullen, C., & O’Neill, C. (2011) .b, Mindfulness in Schools Project. Recuperado de: <http://mindfulnessinschools.org/>
- 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.
- Buzsáki, G. & Wang, X.J. (2012). Mechanisms of gamma oscillations. *Annual review of neuroscience*, 35, 203-225.
- Cabeza, R. & Nyberg, L. (1997). Imaging cognition: an empirical review of PET studies with normal subjects. *Journal of cognitive neuroscience*, 9(1), 1-26.
- Cahn, B. R., Delorme, A. & Polich, J. (2013). Event-related delta, theta, alpha and gamma correlates to auditory oddball processing during Vipassana meditation. *Social cognitive and affective neuroscience*, 8(1), 100-111.
- Cahn, B.R. & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological bulletin*, 132(2), 180-211.
- Cahn, B.R., Delorme, A. & Polich, J. (2010). Occipital gamma activation during Vipassana meditation. *Cognitive processing*, 11(1), 39-56.
- Calzada-Reyes, A. & Amador, A. A. (2009). Qualitative and quantitative EEG abnormalities in violent offenders with antisocial personality disorder. *Journal of forensic and legal medicine*, 16(2), 59-63.

- Caplan, J. B., Madsen, J. R., Schulze-Bonhage, A., Aschenbrenner-Scheibe, R., Newman, E. L. & Kahana, M. J. (2003). Human theta oscillations related to sensorimotor integration and spatial learning. *The journal of neuroscience*, 23(11), 4726-4736.
- Capotosto, P., Babiloni, C., Romani, G. L. & Corbetta, M. (2009). Frontoparietal cortex controls spatial attention through modulation of anticipatory alpha rhythms. *The journal of neuroscience*, 29(18), 5863-5872.
- Cardoso, R., de Souza, E., Camano, L. & Leite, J.R. (2004). Meditation in health: an operational definition. *Brain research. Brain research protocols*, 14(1), 58-60.
- Carpenter, L.L., Anderson, G.M., Pelton, G.H., Gudín, J.A., Kirwin, P.D., Price, L.H., Heninger, G.R. & McDougale, C.J. (1998). Tryptophan depletion during continuous CSF sampling in healthy human subjects. *Neuropsychopharmacology*, 19(1), 26-35.
- Castañeda-Torres, R.D., Esparza-López, M.R., Méndez-Rodríguez, V. & Quezada, F. (2019). *Manual del Facilitador: Protocolo Mente Libre para la disminución de conductas impulsivas basadas en atención plena*. México: United State Agency for the International Development.
- Causadias, J.M., Zapata, J.S., Barb, G.A., Sánchez, E.Y. & Britton, G.B. (2010). Neuropsicología del crimen: Función ejecutiva e inteligencia en una muestra de hombres condenados por homicidio en Panamá. *Acta colombiana de psicología*, 13(2), 47-56.
- Chambers, R., Lo, B. C., & Allen, N. B. (2008). The impact of intensive mindfulness training on attentional control, cognitive style, and affect. *Cognitive Therapy and Research*, 32(3), 303–322.
- Charnigo, R., Noar, S.M., Garnett, C., Crosby, R., Palmgreen, P. & Zimmerman, R.S. (2013). Sensation seeking and impulsivity: combined associations with risky sexual behavior in a large sample of young adults. *Journal of sex research*, 50(5), 480-488.
- Chen, C.Y., Muggleton, N.G., Juan, C.H., Tzeng, O.J. & Hung, D.L. (2008). Time pressure leads to inhibitory control deficits in impulsive violent offenders. *Behavioural brain research*, 187(2), 483-488.
- Choi, J. S., Park, S. M., Lee, J., Hwang, J. Y., Jung, H. Y., Choi, S. W., Kim, D. J., Oh, S., & Lee, J. Y. (2013). Resting-state beta and gamma activity in Internet addiction. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 89(3), 328–333.
- Chretien, R.D. & Persinger, M.A. (2000). “Prefrontal deficits” discriminate young offenders from age-matched cohorts: juvenile delinquency as an expected feature of the normal distribution of prefrontal cerebral development. *Psychological Reports*, 87, 1196-1202.
- Clark, A.S., MacLusky, N.J. & Goldman-Rakic, P.S. (1988). Androgen binding and metabolism in the cerebral cortex of the developing rhesus monkey. *Endocrinology*, 123(2), 932-940.
- Coccaro, E.F. & Kavoussi, R.J. (1997). Fluoxetine and impulsive aggressive behavior in personality-disordered subjects. *Archives of general psychiatry*, 54(12), 1081-1088.

- Coccaro, E.F., Astill, J.L., Herbert, J.L. & Shut, A.G. (1990). Fluoxetine treatment of impulsive aggression in DSM-III-R personality disorder patients. *Journal of clinical psychopharmacology*, 10(5), 373-375.
- Coccaro, E.F., Kavoussi, R.J., Hauger, R.L., Cooper, T.B., Ferris, C.F. (1998). Cerebrospinal fluid vasopressin levels: correlates with aggression and serotonin function in personality-disordered subjects. *Archives of general psychiatry*, 55(8), 708-714.
- Coccaro, E.F., McCloskey, M.S., Fitzgerald, D.A. & Phan, K.L. (2007). Amygdala and orbitofrontal reactivity to social threat in individuals with impulsive aggression. *Biological psychiatry*, 62(2), 168-178.
- Coles, M.G.H. & Rugg, M.D. (1995). Event-related brain potentials: An introduction. En M. D.Rugg & M.G.Coles (Eds.), *Electrophysiology of Mind: Event-related Brain Potentials and Cognition* (pp. 1-26). Oxford: Oxford University Press.
- Collete, F. & Andrés, P. (1999). Lobes frontaux et mémoire de travail. En M. Van der Linden, X. Seron & P. Le Gall (Eds). *Neuropsychologie de Lobes Frontaux* (pp. 89-114). Francia: Solal.
- Comisión Nacional de Derechos Humanos (2017). *Adolescentes: vulnerabilidad y violencia*. México: CNDH.
- Cona, G., Chiossi, F., Di Tomasso, S., Pellegrino, G., Piccione, F., Bisiacchi, P., & Arcara, G. (2020). Theta and alpha oscillations as signatures of internal and external attention to delayed intentions: A magnetoencephalography (MEG) study. *NeuroImage*, 205, 116295.
- Contreras, D., Catena, A., Cándido, A., Perales, J.C., & Maldonado, A. (2008). Funciones de la corteza prefrontal ventromedial en la toma de decisiones emocionales. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8(11), 285-313.
- Convit, A., Czobor, P., & Volavka, J. (1991). Lateralized abnormality in the EEG of persistently violent psychiatric inpatients. *Biological psychiatry*, 30(4), 363–370.
- Crookes, K., & McKone, E. (2009). Early maturity of face recognition: no childhood development of holistic processing, novel face encoding, or face-space. *Cognition*, 111(2), 219-247.
- Daderman, A.M. (1998). Differences between severely conduct-disordered juvenile males and normal juvenile males: The study of personality traits. *Personality and Individual Differences*, 26(5), 827-845.
- Dahl, C.J., Lutz, A. & Davidson, R.J. (2015). Reconstructing and deconstructing the self: cognitive mechanisms in meditation practice. *Trends in cognitive sciences*, 19(9), 515-523.
- Dahl, R.E. (2003). Beyond raging hormones: the tinderbox in the teenage brain. *Cerebrum*, 5(3), 7-22.
- Dahl, R.E. (2004). Adolescent brain development: a period of vulnerabilities and opportunities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1021(1), 1-22.
- Dalwani, M., Sakai, J.T., Mikulich-Gilbertson, S.K., Tanabe, J., Raymond, K., McWilliams, S.K., Thompson, L.L., Banich, M.T. & Crowley, T.J. (2011). Reduced cortical gray matter volume in male adolescents with substance and conduct problems. *Drug Alcohol Depend*, 118(2-3), 295-305.
- Damasio, A.R. (2000). *Sentir lo que sucede: cuerpo y emoción en la fábrica de la consciencia*. Chile, Santiago: Andrés Bello.

- Davidson, R.J., Kabat-Zinn, J., Schumacher, J., Rosenkranz, M., Muller, D., Santorelli, S., et al., (2003). Alterations in brain and immune function produced by mindfulness meditation. *Psychosomatic medicine*, 65 (4), 564-570.
- De Los Angeles, D., Williams, G., Burston, J., Fitzgibbon, S.P., Lewis, T.W., Grummett, T.S., Clark, C.R., Pope, K.J. & Willoughby, J.O. (2016). Electroencephalographic correlates of states of concentrative meditation. *International journal of psychophysiology*, 110, 27-39.
- De Lisi, M., Umphress, Z.R. & Vaughn, M.G. (2009). The criminology of the amygdala. *Criminal Justice and Behavior*, 36, 1241-1252.
- De Los Angeles, D., Williams, G., Burston, J., Fitzgibbon, S. P., Lewis, T. W., Grummett, T. S., Clark, C. R., Pope, K. J., & Willoughby, J. O. (2016). Electroencephalographic correlates of states of concentrative meditation. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 110, 27–39.
- Decety, J., Lewis, K. L., & Cowell, J. M. (2015). Specific electrophysiological components disentangle affective sharing and empathic concern in psychopathy. *Journal of neurophysiology*, 114(1), 493–504.
- Dehaene, S. & Changeux, J. P. (1997). A hierarchical neuronal network for planning behavior. *Neurobiology*, 94, 13923-13938.
- Deiber, M.P., Missonnier, P., Bertrand, O., Gold, G., Fazio-Costa, L., Ibañez, V. & Giannakopoulos, P. (2007). Distinction between perceptual and attentional processing in working memory tasks: a study of phase-locked and induced oscillatory brain dynamics. *Journal of cognitive neuroscience*, 19(1), 158-172.
- Deolindo, C. S., Ribeiro, M. W., Aratanha, M. A., Afonso, R. F., Irrmischer, M., & Kozasa, E. H. (2020). A Critical Analysis on Characterizing the Meditation Experience Through the Electroencephalogram. *Frontiers in systems neuroscience*, 14, 53.
- Déry, M., Toupin, J., Pauzé, R., Mercier, H. & Fortin, L. (1999). Neuropsychological characteristics of adolescents with conduct disorder: association with attention deficit/hyperactivity and aggression. *Journal of abnormal child psychology*, 27, 225-236.
- Desbordes, G., Negi, L.T., Pace, T.W., Wallace, B.A., Raison, C.L. & Schwartz, E. (2012). Effects of mindful-attention and compassion meditation training on amygdala response to emotional stimuli in an ordinary, non-meditative state. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 292.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
- Dillbeck, M.C. & Bronson, E.C. (1981). Short-term longitudinal effects of the transcendental meditation technique on EEG power and coherence. *The International journal of neuroscience*, 14(3-4), 147-151.
- Dolan, M. & Park, I. (2002). The neuropsychology of antisocial personality disorder. *Psychological medicine*, 32(3), 417-427.
- Doll, A., Hölzel, B.K., Bratec, M.S., Boucard, C.C., Xie, X., Wohlschläger, A.M. & Sorg, C.(2016). Mindful attention to breath regulates emotions via increased amygdala-prefrontal cortex connectivity. *Neuroimage*, 134, 305-313.
- Ducharme, S., Hudziak, J.J., Botteron, K.N., Ganjavi, H., Lepage, C., Collins, D.L., Albaugh, M.D., Evans, A.C. & Karama, S. (2011). Right anterior cingulate cortical

- thickness and bilateral striatal volume correlate with child behavior checklist aggressive behavior scores in healthy children. *Biological psychiatry*, 70(3), 283-290.
- Duckworth, A.L., Weir, D., Tsukayama, E. & Kwok, D. (2012). Who does well in life? conscientious adults excel in both objective and subjective success. *Frontiers in psychology*, 3, 356.
 - Dunn, J.M. (2010). Benefits of Mindfulness Meditation in a Corrections Setting. *National Criminal Justice Reference Service*.
 - Dustman, R. E., Shearer, D. E., & Emmerson, R. Y. (1999). Life-span changes in EEG spectral amplitude, amplitude variability and mean frequency. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 110(8), 1399–1409.
 - Eaton, D.K., Kann, L., Kinchen, S., Ross, J., Hawkins, J., Harris, W.A., Lowry, R., McManus, T., Chyen, D., Shanklin, S., Lim, C., Grunbaum, J.A. & Wechsler, H. (2006). Youth risk behavior surveillance--United States, 2005. *MMWR. Surveillance summaries*, 55(5),1-108.
 - Eigsti, I.M., Zayas, V., Mischel, W., Shoda, Y., Ayduk, O., Dadlani, M.B., Davidson, M.C., Lawrence, A.J. & Casey, B.J. (2006). Predicting cognitive control from preschool to late adolescence and young adulthood. *Psychological science*, 17(6), 478-484.
 - Engle, R.W., Tuholski, S.W., Laughlin, J.E. & Conway, A.R. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: a latent-variable approach. *Journal of experimental psychology*, 128(3), 309-331.
 - 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.
 - Evans, S.E., Davis, C. & DiLillo, D. (2008). Exposure to domestic violence: A meta-analysis of child and adolescent outcomes. *Aggression and Violent Behavior*, 13(2), 131-140.
 - Everitt, B.J. & Robbins, T.W. (2000). Second-order schedules of drug reinforcement in rats and monkeys: measurement of reinforcing efficacy and drug-seeking behavior. *Psychopharmacology*, 153(1), 17-30.
 - Fahim, C., He, Y., Yoon, U., Chen, J., Evans, A. & Pérusse, D. (2011). Neuroanatomy of childhood disruptive behavior disorders. *Aggressive Behavior*, 37(4), 326-337.
 - Fairchild, G., Passamonti, L., Hurford, G., Hagan, C.C., von dem Hagen, E., van Goozen, S., Goodyer, I.M. & Calder, A.J. (2011). Brain structure abnormalities in early-onset and adolescent-onset conduct disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 168(6), 624-633.
 - Fairchild, G., van Goozen, S.H., Stollery, S.J., Brown, J., Gardiner, J., Herbert, J. & Goodyer, I.M. (2008). Cortisol diurnal rhythm and stress reactivity in male adolescents with early-onset or adolescence-onset conduct disorder. *Biological psychiatry*, 64(7),599-606.
 - Fan, Y., Tang, Y.Y., Tang, R. & Posner, M.I. (2014). Short term integrative meditation improves resting alpha activity and stroop performance. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 39(3-4), 213-217.

- Farb, N.A., Segal, Z.V., Mayberg, H., Bean, J., McKeon, D., Fatima, Z. & Anderson, A.K. (2007). Attending to the present: mindfulness meditation reveals distinct neural modes of self-reference. *Social cognitive and affective neuroscience*, 2(4), 313-322.
- Fehring, D.J., Samandra, R., Rosa, M.G. & Mansouri, F.A. (2019). Negative emotional stimuli enhance conflict resolution without altering arousal. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 282.
- Fell, J., Axmacher, N. & Haupt, S. (2010). From alpha to gamma: Electrophysiological correlates of meditation-related states of consciousness. *Medical hypotheses*, 75(2), 218-224.
- Fishbein, D. H., Herning, R. I., Pickworth, W. B., Haertzen, C. A., Hickey, J. E., & Jaffe, J. H. (1989). EEG and brainstem auditory evoked response potentials in adult male drug abusers with self-reported histories of aggressive behavior. *Biological psychiatry*, 26(6), 595–611.
- Fitzgerald, K.L. & Demakis, G.J. (2007). The neuropsychology of antisocial personality disorder. *Disease-a-month: DM*, 53(3), 177-183.
- Flinton, C. (1998). *The effects of meditation techniques on anxiety and locus of control in juvenile delinquents* (Doctoral dissertation). California Institute of Integral Studies, San Francisco.
- Flook, L., Smalley, S.L., Kitil, M.J., Galla, B.M., Kaiser-Greenland, S., Locke, J., Ishijima, E., & Kasari, C. (2010). Effects of Mindful Awareness Practices on Executive Functions in Elementary School Children. *Journal of Applied School Psychology*, 26, 70-95.
- Flores-Lázaro, J., Ostrosky, F. & Lozano, A. (2014). Bateria Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales: BANFE-2. México: Manual Moderno.
- Floyd, R.G. & Kirby, E.A. (2001). Psychometric properties of measures of behavioral inhibition with preschool-age children: Implications for assessment of children at risk for ADHD. *Journal of attention disorders*, 5(20), 79-91.
- Fox, K., Dixona, M., Nijeboera, S., Girna, M., Flomanb, J., Lifshitz, M., Ellamild, M., Sedlmeiere, P. & Christoff, K. (2016). Functional neuroanatomy of meditation: A review and meta-analysis of 78 functional neuroimaging investigations. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 65, 208-228.
- Fox, K.C., Nijeboer, S., Dixon, M.L., Floman, J.L., Ellamil, M., Rumak, S.P., Sedlmeier, P., Christoff, K. (2014). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 43, 48-73.
- Foxe, J.J. & Snyder, A.C. (2011). The role of alpha-band brain oscillations as a sensory suppression mechanism during selective attention. *Frontiers in psychology*, 2, 154.
- Frick, P. J., Christian, R. E., & Wooton, J. M. (1999). Age trends in association between parenting practices and conduct problems. *Behavior Modification*, 23(1), 106–128.
- Friedman, N.P. & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology*, 133(1), 101-135.
- Fuster, J.M. (1999). Synopsis of function and dysfunction of the frontal lobe. *Acta psychiatrica Scandinavica*, 99 (395), 51-57.

- Gabriel, D.B.K., Freels, T.G., Setlow, B. & Simon, N.W. (2019). Risky decision-making is associated with impulsive action and sensitivity to first-time nicotine exposure. *Behavioural brain research*, 579-588.
- Galicia-Alvarado, M., Flores-Ávalos, B., Sánchez-Quezada, A., Yáñez-Suárez, O. & Brust-Carmona, H. (2016). Correlación del funcionamiento ejecutivo y la potencia absoluta del EEG en niños. *Salud mental*, 39(5), 267-274.
- Gao, J., Fan, J., Wu, B. W., Zhang, Z., Chang, C., Hung, Y. S., Fung, P. C., & Sik, H. H. (2016). Entrainment of chaotic activities in brain and heart during MBSR mindfulness training. *Neuroscience letters*, 616, 218–223.
- Gao, J., Wang, W. & Zhang, J. (2016). Explore Interregional EEG Correlations Changed by Sport Training Using Feature Selection. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 16.
- Gao, Y., Glenn, A.L., Schug, R.A. & Raine, A. (2009). The neurobiology of psychopathy: a neurodevelopmental perspective. *Canadian Journal of Psychiatry*, 54(12), 813-823.
- 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-León, I. (2016). *Desempeño en distintas tareas de memoria con estímulos emocionales de niñas y adolescentes con TEPT secundario a abuso sexual infantil*. [Tesis de maestría]. Jalisco, Mexico: Universidad de Guadalajara.
- Gatzke-Kopp, L.M., Raine, A., Buchsbaum, M., LaCasse, L. (2001). Temporal lobe deficits in murderers: EEG findings undetected by PET. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 13, 486–491.
- Geschwind, N. & Galaburd, A.M. (1985). Cerebral lateralization, biological mechanisms, associations, and pathology: a hypothesis and a program for research. *Archives of neurology*, 42, 634-654.
- Giammanco, M., Tabacchi, G., Giammanco, S., Di Majo, D. & La Guardia, M. (2005). Testosterone and aggressiveness. *Medical science monitor*, 11(4), 136-145.
- Giancola, P.R., Moss, H.B., Martin, C.S., Kirisci L. & Tarter RE. (1996). Executive cognitive functioning predicts reactive aggression in boys at high risk for substance abuse: a prospective study. *Alcoholism, clinical and experimental research*, 20(4), 740-744.
- Giedd, J.N., Blumenthal, J., Jeffries, N.O., Castellanos, F.X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A.C., & Rapoport, J.L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2, 861–863.
- Giedd, J.N., Snell, J.W., Lange, N., Rajapakse, J.C., Kaysen, D., Vaituzis, A.C., Vauss, Y.C., Hamburger, S.D., Kozuch, P.L., & Rapoport, J.L. (1996). Quantitative magnetic resonance imaging of human brain development: Ages 4–18. *Cerebral Cortex*, 6, 551–560.
- Glannon, W. (2005). Neurobiology, neuroimaging, and free will. *Midwest Studies in Philosophy*, 29(1), 68-82.
- Glenn, A.L., Raine, A. & Schug, R.A. (2009). The neural correlates of moral decision-making in psychopathy. *Molecular psychiatry*, 14(1), 5-6.
- Gogtay, N., Giedd, J.N., Lusk, L., Hayashi, K.M., Greenstein, D., Vaituzis, A.C., Nugent, T.F., Herman, D.H., Clasen, L.S., Toga, A.W., Rapoport, J.L. & Thompson,

- P.M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8174–8179.
- Goldin, P.K. & Gross, J.J. (2010). Effects of mindfulness-based stress reduction (MBSR) on emotion regulation in social anxiety disorder. *Emotion*, 10(1), 83-91.
 - Goldman-Rakic, P. S. (1998). The prefrontal landscape implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive. En A. C. Roberts, T. W. Robbins & L. Weiskrantz (Eds). *The Prefrontal Cortex - Executive and Cognitive Functions*. New York: Oxford University Press.
 - Gomarús, H.K., Althaus, M., Wijers, A.A. & Minderaa, R.B. (2006). The effects of memory load and stimulus relevance on the EEG during a visual selective search task: an ERP and ERD/ERS study. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 117(4), 871-884.
 - Gómez-Jarabo, G. & López, J.C. (1999). *Construir para destruir. En Violencia antítesis de la agresión: un recorrido psicobiológico, psicosocial y psicopatológico para llegar a la justicia*. Valencia: Promolibro.
 - Gregory, S., Ffytche, D., Simmons, A., Kumari, V., Howard, M., Hodgins, S. & Blackwood, N. (2012). The antisocial brain: psychopathy matters, a structural MRI investigation of antisocial male violent offenders. *Archives of general psychiatry*, 69(9), 962-972.
 - Greimel, E., Nehr Korn, B., Schulte-Rüther, M., Fink, G.R., Nickl-Jockschat, T., Herpertz-Dahlmann, B., Konrad, K. & Eickhoff, S.B. (2013). Changes in grey matter development in autism spectrum disorder. *Brain structure & function*, 218(4), 929-942.
 - Grisolia, J. (1999). Efectos Neurológicos. En José Sanmartín, *Violencia contra niños*. Barcelona: Editorial Ariel, S.A.
 - Gruber, T., Müller, M.M., Keil, A. & Elbert, T. (1999). Selective visual-spatial attention alters induced gamma band responses in the human EEG. *Clinical neurophysiology*, 110(12), 2074-2085.
 - Gruber, T., Tsivilis, D., Montaldi, D. & Müller, M.M. (2004). Induced gamma band responses: an early marker of memory encoding and retrieval. *Neuroreport*, 15(11), 1837-1841.
 - Guastella, A.J., Kenyon, A.R., Alvares, G.A., Carson, D.S. & Hickie, I.B. (2010). Intranasal arginine vasopressin enhances the encoding of happy and angry faces in humans. *Biological psychiatry*, 67(12), 1220-1222.
 - 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.
 - Gunaratana, B. H. (2002). *Mindfulness in plain English*. Boston: Wisdom Publications.
 - Gunnar, M.R., Wewerka, S., Frenn, K., Long, J.D. & Griggs, C. (2009). Developmental changes in hypothalamus-pituitary-adrenal activity over the transition

to adolescence: Normative changes and associations with puberty. *Development and psychopathology*, 21(1), 69–85.

- Guyer, A.E., Monk, C.S., McClure-Tone, E.B., Nelson, E.E., Roberson-Nay, R., Adler, A.D., Fromm, S.J., Leibenluft, E., Pine, D.S. & Ernst, M. (2008) A developmental examination of amygdala response to facial expressions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(9):1565–1582.
- Haegens, S., Handel, B. F., and Jensen, O. (2011). Top-Down controlled alpha band activity in somatosensory areas determines behavioral performance in a discrimination task. *The journal of neuroscience*, 31(14), 5197-5204.
- Haney, C. (2012). Prison Effects in the Era of Mass Incarceration. *The Prison Journal*, 92, 1-24.
- Haney-Caron, E., Caprihan, A. & Stevens, M.C. (2014). DTI-measured white matter abnormalities in adolescents with conduct disorder. *Journal of Psychiatric Research*, 48(1), 111-120.
- Hanh, T.N. (1991). *Peace is Every Step*. Bantam Books: New York, NY.
- Hanoch, Y., Gummerum, M. & Rolison, J. (2012). Second-to-fourth digit ratio and impulsivity: a comparison between offenders and nonoffenders. *Plos one*, 7(10).
- Hare, T.A., Tottenham, N., Galvan, A., Voss, H.U., Glover, G.H. & Casey, B.J. (2008). Biological substrates of emotional reactivity and regulation in adolescence during an emotional go-nogo task. *Biological Psychiatry*, 63(10), 927–934.
- Harmon-Jones, E. & Sigelman, J. (2001). State anger and prefrontal brain activity: evidence that insult-related relative left-prefrontal activation is associated with experienced anger and aggression. *Journal of personality and social psychology*, 80(5), 797-803.
- Harmon-Jones, E. (2003). Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity. *Psychophysiology*, 40, 838-848.
- Harmon-Jones, E., Barratt, E. S., & Wigg, C. (1997). Impulsiveness, aggression, reading, and the P300 of the event-related potential. *Personality and Individual Differences*, 22(4), 439–445.
- Harmony, T. (2013). The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Frontiers in integrative neuroscience*, 7, 1-10.
- Harnishfeger, K. (1995). Development of cognitive inhibition. En Dempster, F., Brainerd, C. editores. *Interference and inhibition in cognition*. San Diego: Academic: 174-204.
- Harrington, R. & Maskey, S. (2008). Behaviour disorders in children and adolescents. *Medicine*, 36(9), 482-485.
- Harrison, A.A., Everitt, B.J. & Robbins, T.W. (1997). Central 5-HT depletion enhances impulsive responding without affecting the accuracy of attentional performance: interactions with dopaminergic mechanisms. *Psychopharmacology*, 133(4), 329-342.
- Hart, W. (1987). *The Art of Living: Vipassana Meditation*. New York, NY: Harper and Row.
- Harvey, P. (1990). *An Introduction to Buddhism: Teachings, History, and Practices*. Cambridge University Press, Cambridge England: New York.

- Hasenkamp, W. & Barsalou, L.W. (2012). Effects of meditation experience on functional connectivity of distributed brain networks. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 38.
- Hatfield, J., Williamson, A., Kehoe, E.J. & Prabhakaran, P. (2017). An examination of the relationship between measures of impulsivity and risky simulated driving amongst young drivers. *Accident; analysis and prevention*, 103, 37-43.
- Hayes, A.M. & Feldman, G. (2004). Clarifying the construct of Mindfulness in the context of emotion regulation and the process of change in therapy. *Clinical psychology science and practice*, 11(3), 255 - 262.
- Hebert, R., Lehmann, D., Tan, G., Travis, F. & Arenander, A. (2005). Enhanced EEG alpha time-domain phase synchrony during Transcendental Meditation: Implications for cortical integration theory. *Signal Processing*, 85(11), 2213-2232.
- Heeren, A., Van Broeck, N. & Philippot, P. (2009). The effects of mindfulness on executive processes and autobiographical memory specificity. *Behaviour research and therapy*, 47(5), 403-409.
- Heeren, A., Van Broeck, N. & Philippot, P. (2009). The effects of mindfulness on executive processes and autobiographical memory specificity. *Behaviour research and therapy*, 47(5), 403-409.
- Hein, A. (2000). *Factores de riesgo y delincuencia juvenil: revisión de la literatura nacional e internacional*. Buenos Aires: Fundación Paz Ciudadana.
- Henz, D. & Schöllhorn, W.I. (2018). Temporal courses in EEG theta and alpha activity in the dynamic health Qigong techniques Wu Qin Xi and Liu Zi Jue. *Frontiers in psychology*, 8, 2291.
- Hernández-Barros, D. (2006). Potenciales relacionados a eventos cognitivos en psicología del deporte. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 1(2), 105-117.
- Herrmann, C.S., Munk, M.H. & Engel, A.K. (2004). Cognitive functions of gamma-band activity: memory match and utilization. *Trends in cognitive sciences*, 8(8), 347-355.
- Himelstein, S., Hastings, A., Shapiro, S., & Heery, M. (2012a). Mindfulness training for self-regulation and stress with incarcerated youth. A pilot study. *Probation Journal*, 59(2), 151–165.
- Himelstein, S., Hastings, A., Shapiro, S., & Heery, M. (2012b). A qualitative investigation of the experience of a mindfulness-based intervention with incarcerated adolescents. *Child and Adolescent Mental Health*, 17(4), 231–237.
- Hinshaw, S.P. (2003). Impulsivity, emotion regulation, and developmental psychopathology: specificity versus generality of linkages. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008, 149-159.
- Hoaken, P.N., Allaby, D.B. & Earle, J. (2007). Executive cognitive functioning and the recognition of facial expressions of emotion in incarcerated violent offenders, non-violent offenders, and controls. *Aggressive behavior*, 33(5), 412-421.
- Hobbs, M.J., Clarke, A.R., Barry, R.J., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2007). EEG abnormalities in adolescent males with AD/HD. *Clinical neurophysiology*, 118(2), 363-371.

- Hölzel, B.K., Carmody, J., Evans, K.C., Hoge, E.A., Dusek, J.A., Morgan, L., Pitman, R.K. & Lazar, S.W. (2010). Stress reduction correlates with structural changes in the amygdala. *Social cognitive and affective neuroscience*, 5(1), 11-17.
- Hölzel, B.K., Carmody, J., Vangel, M., Congleton, C., Yerramsetti, S.M., Gard, T. & Lazar, S.W. (2011). Mindfulness practice leads to increases in regional brain gray matter density. *Psychiatry research*, 191(1), 36-43.
- Hölzel, B.K., Hoge, E.A., Greve, D.N., Gard, T., Creswell, D., Brown, K.W., Barrett, L.F., Schwartz, C., Vaitl, D. & Lazar, S.W. (2013). Neural mechanisms of symptom improvements in generalized anxiety disorder following mindfulness training. *NeuroImage*, 2, 448-458.
- Hölzel, B.K., Ott, U., Hempel, H., Hackl, A., Wolf, K., Stark, R. & Vaitl, D. (2007). Differential engagement of anterior cingulate and adjacent medial frontal cortex in adept meditators and non-meditators. *Neuroscience letters*, 421(1), 16-21.
- Hooper, C.J., Luciana, M., Conklin, H.M. & Yarger, R.S. (2004). Adolescents' performance on the development of decision making and ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Psychology*, 40, 1148–1158.
- Howells, F.M., Ives-Deliperi, V., Horn, N.R. & Stein, D.J. (2012). Mindfulness based cognitive therapy improves frontal control in bipolar disorder: a pilot EEG study. *BMC Psychiatry*, 12, 1-8.
- Hsieh, I.J. & Chen, Y.Y. (2017). Determinants of aggressive behavior: Interactive effects of emotional regulation and inhibitory control. *Plos one*, 12(4).
- Hsieh, L., Ekstrom, A.D. & Ranganath, C. (2011). Neural oscillations associated with item and temporal order maintenance in working memory. *The Journal of neuroscience*, 31(30), 10803–10810.
- Hung, Y., Gaillard, S.L., Yarmak, P. & Arsalidou, M. (2018). Dissociations of cognitive inhibition, response inhibition, and emotional interference: Voxelwise ALE meta-analyses of fMRI studies. *Human brain mapping*, 39(10), 4065-4082.
- Hurt, J. & Naglieri, J.A. (1992). Performance of delinquent and nondelinquent males on planning, attention, simultaneous, and successive cognitive processing tasks. *Journal of clinical psychology*, 48(1), 120-128.
- Huster, R. J., Enriquez-Geppert, S., Lavalley, C. F., Falkenstein, M., & Herrmann, C. S. (2013). Electroencephalography of response inhibition tasks: functional networks and cognitive contributions. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 87(3), 217–233.
- Huster, R.J., Enriquez-Geppert, S., Lavalley, 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.
- Hyatt, C.J., Haney-Caron, E. & Stevens, M.C. (2012). Cortical thickness and folding deficits in conduct-disordered adolescents. *Biological Psychiatry*, 72, 207–214.
- Iacono, W. G., Malone, S. M., & McGue, M. (2003). Substance use disorders, externalizing psychopathology, and P300 event-related potential amplitude. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 48(2), 147–178.
- ICESI, (2011). *El costo de la inseguridad en México*, México, ICESI.

- Ikemoto, S. & Panksepp, J. (1999). The role of nucleus accumbens dopamine in motivated behavior: a unifying interpretation with special reference to reward-seeking. *Brain Research Reviews*, 31(1), 6-41.
- INEGI (2015). Boletín de prensa num 276/15 20 de julio de 2015 http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_07_4.pdf DATOS PRELIMINARES REVELAN QUE EN 2014 SE REGISTRARON 19 MIL 669 HOMICIDIOS
- Inozemtseva, O. & Nuñez Mejía, E. (2019). Executive dysfunction associated with substance abuse. In A. Ardilla, Shameem F & Roselli, M (Eds). *Dysexecutive Syndromes- A clinical and Experimental Perspective* (pp. 123-142). Switzerland AG: Springer Nature
- Instituto de Investigaciones Jurídicas (2002). *Enciclopedia Jurídica Mexicana*. Letra D-E. Editorial Porrúa. UNAM. México. (pp 95).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014). Encuesta de Cohesión Social para la Prevención de la Violencia y la Delincuencia (ECOPRED) 2014.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017). *Encuesta nacional de victimización y percepción sobre la seguridad pública* (ENVIPE 2017). *Boletín de prensa*, 417(17).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017-b). Estadísticas sobre el sistema penitenciario estatal en México. *En números, documentos de análisis y estadísticas*, 1(11).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). Datos preliminares revelan que en 2017 se registraron 31 mil 174 homicidios. *Comunicado de prensa*, 310 (18).
- Introzzi, I., Richard's, M.M., Comesaña, A. & Canet-Juric, L. (2014). El paradigma stop signal como medida de inhibición conductual. *Medicas UIS*, 27(3), 89-98.
- Ivanov, I., Schulz, K.P., London, E.D. & Newcorn, J.H. (2008). Inhibitory control deficits in childhood and risk for substance use disorders: a review. *The American journal of drug and alcohol abuse*, 34(3), 239-58.
- Jasper, H.H. (1958). The Ten-Twenty Electrode System of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Jensen, O. & Tesche, C.D. (2002). Frontal theta activity in humans increases with memory load in a working memory task. *The European journal of neuroscience*, 15(8), 1395-1399.
- Jensen, O., Kaiser, J. & Lachaux, J.P. (2007). Human gamma-frequency oscillations associated with attention and memory. *Trends in neuroscience*, 30(7), 317-324.
- Jha, A.P., Krompinger, J. & Baime, M.J. (2007). Mindfulness training modifies subsystems of attention. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7, 109-119.
- Jinpa, T. (2010). *Compassion cultivation training (CCT): Instructor's manual*. Unpublished, Stanford, CA.
- Jones, A.P., Laurens, K.R., Herba, C.M., Barker, G.J. & Viding, E. (2009). Amygdala hypoactivity to fearful faces in boys with conduct problems and callous-unemotional traits. *The American journal of psychiatry*, 166(1), 95-102.
- Jurado, S., Villegas, M. E., Méndez, L., Rodríguez, F., Loperena, V. & Varela, R. (1998) La estandarización del Inventario de Depresión de Beck para los residentes de la ciudad de México. *Salud Mental*, 21(3),26-31.

- Kabat-Zinn, J. (2005). *Wherever You Go, There You Are: Mindfulness Meditation in Everyday Life*. Hyperion: New York.
- Kalanthroff, E., Cohen, N., & Henik, A. (2013). Stop feeling: inhibition of emotional interference following stop-signal trials. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 78.
- Kapur, S. & Remington, G. (1996). Serotonin-dopamine interaction and its relevance to schizophrenia. *American journal of psychiatry*, 153(4), 466-476.
- Kaur, C. & Singh, P. (2015). EEG derived neuronal dynamics during meditation: progress and challenges. *Advances in preventive medicine*, 614723.
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2003). Effect of negative emotional content on working memory and long-term memory. *Emotion*, 3, 378–393.
- Kerr, A. & Zelazo, P. D. (2003). Development of “hot” executive functions, the children’s gambling task. *Brain and Cognition*, 55, 148-157.
- Khanam, F., Rahman, M.A. & Ahmad, M. (2018). *Evaluating alpha relative power of EEG signal during psychophysiological activities in salat*. International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET), Chittagong, Bangladesh, pp. 195-200.
- Khanna, P. & Carmena, J.M. (2015). Neural oscillations: beta band activity across motor networks. *Current opinion in neurobiology*, 32, 60-67.
- Khurana, A., & Dhar, P. (2002). *Effect of Vipassana meditation on quality of life, subjective well-being, and criminal propensity among inmates of Tihar jail, Delhi*. Maharashtra, India: Vipassana Research Institute.
- Kiehl, K.A., Smith, A.M., Hare, R.D., Mendreck, A., Forster, B.B., Brink, J. & Liddle, P.F. (2001). Limbic abnormalities in affective processing by criminal psychopaths as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Biological psychiatry*, 50(9), 677-684.
- Kim, D. K., Lee, K. M., Kim, J., Whang, M. C., & Kang, S. W. (2013). Dynamic correlations between heart and brain rhythm during Autogenic meditation. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 414.
- Kim, D. K., Rhee, J. H., & Kang, S. W. (2014). Reorganization of the brain and heart rhythm during autogenic meditation. *Frontiers in integrative neuroscience*, 7, 109.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain research*, 29(2-3), 169-195.
- Klimesch, W., Sauseng, P. & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition–timing hypothesis. *Brain research reviews*, 53(1), 63-88.
- Knowles, M.M. & Wells, A. (2018). Single dose of the attention training technique increases alpha and beta-oscillations in frontoparietal brain networks: a randomized controlled comparison. *Frontiers in psychology*, 9.
- Koenigs, M., Kruepke, M., Zeier, J. & Newman, J.P. (2011). Utilitarian moral judgment in psychopathy. *Social cognitive and affective neuroscience*, 2, 1-7.
- Konicar, L., Radev, S., Silvoni, S., Bolinger, E., Veit, R., Strehl, U., Vesely, C., Plener, P. L., Poustka, L., & Birbaumer, N. (2021). Balancing the brain of offenders with psychopathy? Resting state EEG and electrodermal activity after a pilot study of brain self-regulation training. *PloS one*, 16(1), e0242830.
- Krause, C.M., Sillanmaki, L., Koivisto, M., Saarela, C., Haggqvist, A., Laine, M. & Hamalainen, H. (2000). The effects of memory load on event-related EEG

desynchronization and synchronization. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 111(11), 2071-2078.

- Lackner, C.L., Marshall, W.J., Santesso, D.L., Dywan, J., Wade, T4. & Segalowitz, S.J. (2014). Adolescent anxiety and aggression can be differentially predicted by electrocortical phase reset variables. *Brain cognition*, 89, 90-98.
- Lagopoulos, J., Xu, J., Rasmussen, I., Vik, A., Malhi, G.S., Eliassen, C.F., Arntsen, I.E., Saether, J.G., Hollup, S., Holen, A., Davanger, S. & Ellingsen, Ø. (2009). Increased theta and alpha EEG activity during nondirective meditation. *The journal of alternative and complementary medicine*, 15(11), 1187-1192.
- Laguna-Macías, J. (2015). *Organización eléctrica cerebral durante una tarea de reconocimiento emocional en niñas víctimas de abuso sexual con TEPT*. [Tesis de licenciatura]. Jalisco, Mexico: Uni-versidad de Guadalajara.
- Lakey, C. E., Berry, D. R., & Sellers, E. W. (2011). Manipulating attention via mindfulness induction improves P300-based brain-computer interface performance. *Journal of neural engineering*, 8(2), 025019.
- Lane, J.D., Wellman, H.M., Olson, S.L., Labounty, J. & Kerr, C.R. (2010). Theory of mind and emotion understanding predict moral development in early childhood. *British Journal of Development Psychology*, 28(4), 871-889.
- Lansing, A.E., Washburn, J.J., Abram, K.M., Thomas, U.C., Welty, L.J. & Teplin, L.A. (2014). Cognitive and academic functioning of juvenile detainees: Implications for correctional populations and public health. *Journal of Correctional Health Care*, 20(1), 18-30.
- Lantrip, C., Isquith, P.K., Koven, N.S., Welsh, K. & Roth, R.M. (2016). Executive function and emotion regulation strategy use in adolescents. *Applied neuropsychology*, 5(1), 50-55.
- Lawrence, K., Campbell, R. & Skuse, R. (2015). Age, gender, and puberty influence the development of facial emotion recognition. *Frontiers in psychology*, 6, 761.
- Lazar, S.W., Kerr, C.E., Wasserman, R.H., Gray, J.R., Greve, D.N., Treadway, M.T., McFarvey, M., Quinn, B.T., Dusek, J.A., Benson, H., Rauch, S.L., Moore, C.I. & Fischl, B. (2005). Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport*, 16(17), 1893–1897.
- Le Marquand, D.G., Pihl, R.O., Young SN, Tremblay RE, Séguin JR, Palmour RM, Benkelfat C. (1998). Tryptophan depletion, executive functions, and disinhibition in aggressive, adolescent males. *Neuropsychopharmacology*, 19(4), 333-341.
- Le, T. N., & Proulx, J. (2005). Feasibility of mindfulness-based intervention for incarcerated mixed-ethnic native Hawaiian/Pacific Islander youth. *Asian American Journal of Psychology*, 6(2), 181–189.
- Lee, D. J., Kulubya, E., Goldin, P., Goodarzi, A., & Girgis, F. (2018). Review of the Neural Oscillations Underlying Meditation. *Frontiers in neuroscience*, 12, 178.
- Lee, K.-H., Bowen, S., & An-Fu, B. (2011). Psychosocial outcomes of mindfulness-based relapse prevention in incarcerated substance abusers in Taiwan: A preliminary study. *Journal of Substance Use*, 16(6), 476-483.
- Lee, R.J., Coccaro, E.F., Cremers, H., Mc Carron, R., Lu, S.F., Brownstein, M.J. & Simon, N.G. (2013). A novel V1a receptor antagonist blocks vasopressin-induced changes in the CNS response to emotional stimuli: an fMRI study. *Frontiers in systems neuroscience*, 7, 100.

- Lee, R.S.C., Hoppenbrouwers, S. & Franken, I. (2019). A systematic meta-review of impulsivity and compulsivity in addictive behaviors. *Neuropsychology review*, 29(1), 14-26.
- Lee, T.M.C., Chan, S.C. & Raine, A. (2008). Strong limbic and weak frontal activation to aggressive stimuli in spouse abusers. *Molecular Psychiatry*, 13, 655-660.
- Lehmann, D., Faber, P.L., Tei, S., Pascual-Marqui, R.D., Milz, P. & Kochi, K. (2012). Reduced functional connectivity between cortical sources in five meditation traditions detected with lagged coherence using EEG tomography. *Neuroimage*, 60(2), 1574-1586.
- Leiberger, S., Klimecki, O. & Singer, T. (2011). Short-term compassion training increases prosocial behavior in a newly developed prosocial game. *Plos One*, 6 (3).
- Leist, T. & Dadds, T.R. (2009). Adolescents' ability to read different emotional faces relates to their history of maltreatment and type of psychopathology. *Clinical child psychology and psychiatry*, 14(2), 237–250.
- Leonard, N.R., Jha, A.P., Casarjian, B., Goolsarran, M., García, C., Cleland, C.M., Gwadz, M.V. & Massey, Z. (2013). Mindfulness training improves attentional task performance in incarcerated youth: A group randomized controlled intervention trial. *Frontiers in Psychology*, 4.
- Leon-Carrion, J., García-Orza, J. & Pérez-Santamaría, F.J. (2004). The development of the inhibitory component of the executive functions in children and adolescents. *International Journal of Neuroscience*, 114, 1291-1311.
- Leung, M.K., Lau, W.K.W., Chan, C.C.H., Wong, S.S.Y., Fung, A.L.C. & Lee, T.M.C. (2018). Meditation-induced neuroplastic changes in amygdala activity during negative affective processing. *Social neuroscience*, 13(3), 277-288.
- Levine, B., Robertson, I. H., Clare, L., Carter, G., Hong, J., Wilson, B. A., Duncan, J. & Stuss, D. T. (2000). Rehabilitation of executive functioning: an experimental-clinical validation of goal management training. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(3), 299–312.
- Levine, B., Stuss, D. T., Winocur, G., Binns, M. A., Fahy, L., Mandic, M., Bridges, K., and Robertson, I. H. (2007). Cognitive rehabilitation in the elderly: effects on strategic behavior in relation to goal management. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(1), 143-152.
- Lexcen, F. & Redding, R. (2002). Mental health needs of juvenile offenders. *Juvenile correctional mental health report*, 3, 1-16.
- Lezak, M. D. (1994). *Neuropsychological Evaluation*. 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.
- Li, T.Q., Mathews, V.P., Wang, Y., Dunn, D. & Kronenberger, W. (2005). Adolescents with disruptive behavior disorder investigated using an optimized MR diffusion tensor imaging protocol. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1064, 184-192.
- Lieske, S.P. & Ramirez, J.M. (2006). Pattern-specific synaptic mechanisms in a multifunctional network. II. Intrinsic modulation by metabotropic glutamate receptors. *Journal of neurophysiology*, 95(3), 1334-1344.

- Lievaart, M., van der Veen, F. M., Huijding, J., Hovens, J. E., & Franken, I. (2018). The Relation Between Trait Anger and Impulse Control in Forensic Psychiatric Patients: An EEG Study. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 43(2), 131–142.
- Lindberg, N., Tani, P., Virkkunen, M., Porkka-Heiskanen, T., Appleberg, B., Naukkarinen, H., Salmi, T. (2005). Quantitative electroencephalographic measures in homicidal men with antisocial personality disorder. *Psychiatry Research*, 136, 7–15.
- Lindström, B. R. & Bohlin, G. (2012). Threat-Relevance Impairs Executive Functions: Negative Impact on Working Memory and Response Inhibition. *Emotion*, 12(2), 384-393.
- Lockwood, P.L., Sebastian, C.L., McCrory, E.J., Hyde, Z.H., Gu, X., De Brito, S.A. & Viding, E. (2013). Association of callous traits with reduced neural response to others' pain in children with conduct problems. *Current biology*, 23(10), 901-905.
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91(3), 295–327
- Lomas, T., Ivztan, I. & Fu, C.H. (2015). A systematic review of the neurophysiology of mindfulness on EEG oscillations. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 57, 401-410.
- Lou, H.C., Kjaer, T.W., Friberg, L., Wildschiodtz, G., Holm, S. & Nowak, M. (1999). A 15O-H2O PET study of meditation and the resting state of normal consciousness. *Human brain mapping*, 7(2), 98-105.
- Luciana, M., Conklin, H.M., Cooper, C.J., & Yarger, R.S. (2005). The development of nonverbal working memory and executive control processes in adolescents. *Child Development*, 76, 697–712.
- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Luna, B., Garver, K.E., Urban, T.A., Lazar, N.A., & Sweeney, J.A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, 75, 1357–1372.
- Luria, A. R. (1986). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México: Fontamara.
- Lutz, A., Greischar, L.L., Rawlings, N.B., Ricard, M. & Davidson, R.J. (2004). Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(46), 16369-16373.
- Lutz, A., Slagter, H.A., Dunne, J.D. & Davidson, R.J. (2008). Attention regulation and monitoring in meditation. *Trends in Cognitive Sciences*, 12 (4), 163-169.
- Lutz, J., Herwig, U., Opialla, S., Hittmeyer, A., Jäncke, L., Rufer, M., Holtforth, M.G., Brühl, A.B. (2014). Mindfulness and emotion regulation—an fMRI study. *Social cognitive and affective neuroscience*, 9(6), 776-785.
- MacLean, K.A., Ferrer, E., Aichele, S.R., Bridwell, D.A., Zanesco, A.P., Jacobs, T.L., King, B.G., Rosenberg, E.L., Sahdra, B.K. & Shaver, P.R. (2010). Intensive meditation training improves perceptual discrimination and sustained attention. *Psychological science*, 21(6), 829–839.
- Mahone, E.M. & Hoffman, J. (2007). Behavior ratings of executive function among preschoolers with ADHD. *The clinical neuropsychologist*, 21(4), 569-86.

- Malick, J.B. & Barnett, A. (1976). The role of serotonergic pathways in isolation-induced aggression in mice. *Pharmacology, biochemistry, and behavior*, 5(1), 55-61.
- Malinowski, P. (2013). Neural mechanisms of attentional control in mindfulness meditation. *Frontiers in neuroscience*, 7.
- Malter Cohen, M., Tottenham, N. & Casey, B.J. (2013). Translational developmental studies of stress on brain and behavior: Implications for adolescent mental health and illness? *Neuroscience*, 249, 53-62.
- Marchand, W.R.(2014). Neural mechanisms of mindfulness and meditation: Evidence from neuroimaging studies. *World Journal of Radiology*, 6(7), 471-479.
- Marek, S., Tervo-Clemmens, B., Klein, N., Foran, W., Ghuman, A. S., & Luna, B. (2018). Adolescent development of cortical oscillations: Power, phase, and support of cognitive maturation. *PLoS biology*, 16(11).
- Marsh, A. & Blair, R.J. (2008). Deficits in facial affect recognition among antisocial populations: a meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, 32(3), 454–465.
- Marsh, A.A., Finger, E.C., Mitchell, D.G., Reid, M.E., Sims, C., Kosson, D.S., Towbin, K.E., Leibenluft, E., Pine, D.S. & Blair, R.J. (2008). Reduced amygdala response to fearful expressions in children and adolescents with callous-unemotional traits and disruptive behavior disorders. *The American journal of psychiatry*, 165(6), 712-720.
- Martín-Signes, M., Paz-Alonso, P.M. & Chica, A.B. (2018). Connectivity of frontoparietal regions reveals executive attention and consciousness interactions. *Cerebral cortex*, 29(11), 4539-4550.
- Matthews, S.C., Simmons, A.N., Arce, E. & Paulus, M.P. (2005). Dissociation of inhibition from error processing using a parametric inhibitory task during functional magnetic resonance imaging. *Neuroreport*, 16(7), 755-60.
- Matzke, D., Verbruggen, F. & Logan, G.D. (2018). The Stop-Signal Paradigm. En E. J. Wagenmakers (Ed.), *Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience* (Vol. 5): John Wiley & Sons, p.p. 1-45.
- McBurnett, K., Lahey, B.B., Rathouz, P.J. & Loeber, R. (2000). Low salivary cortisol and persistent aggression in boys referred for disruptive behavior. *Archives of general psychiatry*, 57(1), 38-43.
- McCloskey, M.S., Phan, K.L., Angstadt, M., Fettich, K.C., Keedy, S. & Coccaro, E.F.(2016). Amygdala hyperactivation to angry faces in intermittent explosive disorder. *Journal of psychiatric research*, 79, 34-41.
- Medina, C., Grinberg-Zylberbaum, J., Guevara, M.A., Arce, C. & Ramos, J. (1999). Efectos de la meditación sobre la actividad eléctrica cerebral. *Revista Mexicana de Psicología*, 16(1), 101-115.
- Meier, M.H., Slutske, W.S., Arndt, S. & Cadoret, R.J. (2008). Impulsive and callous traits are more strongly associated with delinquent behavior in higher risk neighborhoods among boys and girls. *Journal of abnormal psychology*, 117(2), 377-385.
- Meijers, J., Harte, J.M., Jonker, F.A. & Meynen, G. (2015). Prison brain? Executive dysfunction in prisoners. *Frontiers in psychology*, 6,43.

- Miura, H. & Fuchigami, Y. (2016). Impaired executive function in 14 to 16-year-old boys with conduct disorder is related to recidivism: A perspective longitudinal study. *Criminal Behaviour and Mental Health*, 10.
- Mizuhara, H., Wang, L. Q., Kobayashi, K. & Yamaguchi, Y. (2004). A long-range cortical network emerging with theta oscillation in a mental task. *Neuroreport*, 15, 1233–1238.
- 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.
- Moffitt, T.E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R.J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B.W., Ross, S., Sears, M.R., Thomson, W.M. & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 2693-2698.
- Moll, J., Oliveira-Souza, R. & Zahn, R. (2008). The neural basis of moral cognition: sentiments, concepts and values. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 161-180.
- Moore, A. & Malinowski, P. (2009). Meditation, mindfulness and cognitive flexibility. *Consciousness and cognition*, 18(1), 176-186.
- Morgan M. L., Witte E. A., Cook I. A., Leuchter A. F., Abrams M., Siegman B. (2005). Influence of age, gender, health status, and depression on quantitative EEG. *Neuropsychobiology*, 52, 71–76.
- Morgan, A. B. & Lilienfeld, S. O. (2000). A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function. *Clinical psychology review*, 20(1), 113–136.
- Motzkin, J.C., Newman, J.P, Kiehl, K.A. & Koenigs, M. (2011). Reduced prefrontal connectivity in psychopathy. *The Journal of Neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 31(48), 17348-17357.
- Moya-Albiol, L. (2004). Bases neurales de la violencia humana. *Revista de Neurología*, 38(11), 1067-1075.
- Muller V. & Anokhin, A.P. (2012) Neural Synchrony during Response Production and Inhibition. *Plos One*, 7 (6).
- Müller, J.L., Gänssbauer, S., Sommer, M., Döhl, K., Weber, T., Schmidt-Wilcke, T. & Hajak, G. (2008). Gray matter changes in right superior temporal gyrus in criminal psychopaths: evidence from voxel-based morphometry. *Psychiatry research*, 163(3), 213-222.
- Munro, G.E., Dywan, J., Harris, G.T., McKee, S., Unsal, A. & Segalowitz, S.J. (2007). Response inhibition in psychopathy: the frontal N2 and P3. *Neuroscience letters*, 418(2), 149-153.
- Murthy, P. J., Gangadhar, B. N., Janakiramaiah, N., & Subbakrishna, D. K. (1997). Normalization of P300 amplitude following treatment in dysthymia. *Biological Psychiatry*, 42, 740 –743.
- Murthy, P. J., Gangadhar, B. N., Janakiramaiah, N., & Subbakrishna, D. K. (1998). P300 amplitude and antidepressant response to Sudarshan Kriya yoga (SKY). *Journal of Affective Disorders*, 50, 45– 48.
- Neff, K.D. & Germer, C.K. (2003). A pilot study and randomized controlled trial of the mindful self-compassion program. *Journal of clinical psychology*, 69(1), 28-44.

- Neves, D. & Pinho, M.S. (2018). Self-regulation and the specificity of autobiographical memory in offenders. *International journal of psychiatry*, 57, 91-99.
- Newson, J.J. & Thiagarajan, T.C. (2018). EEG frequency bands in psychiatric disorders: a review of resting state studies. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 251.
- 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.
- Nottage, J. F., & Horder, J. (2015). State-of-the-Art Analysis of High-Frequency (Gamma Range) Electroencephalography in Humans. *Neuropsychobiology*, 72(3-4), 219–228.
- Nyhus, E., Engel, W.A., Pitfield, T.D. & Wang Vakkur, I.M. (2019). Increases in theta oscillatory activity during episodic memory retrieval following Mindfulness meditation training. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 311.
- Ohannessian, C.M., Hesselbrock, V.M., Kramer, J., Kuperman, S., Bucholz, K.K., Schuckit, M.A. & Nurnberger, J.I. (2005). The relationship between parental psychopathology and adolescent psychopathology: An examination of gender patterns. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, 13(2), 67-76.
- Oliveira-Souza, R., Hare, R.D., Bramati, I.E., Garrido, G.J., Azevedo Ignácio, F., Tovar-Moll, F. & Moll, J. (2008). Psychopathy as a disorder of the moral brain: fronto-temporo-limbic grey matter reductions demonstrated by voxel-based morphometry. *Neuroimage*, 40(3), 1202-1213.
- Onton, J., Delorme, A. & Makeig, S. (2005). Frontal midline EEG dynamics during working memory. *Neuroimage*, 27(2), 341-356.
- Organización Mundial de la Salud (2016). *Informe sobre la situación mundial de la prevención de la violencia 2014*. Washington, DC: OPS.
- Organización Panamericana de la Salud (2002). *Informe mundial sobre la violencia y la salud*. Washington, D.C.: OPS.
- Osipova, D., Takashima, A., Oostenveld, R., Fernández, G., Maris, E. & Jensen, O. (2006). Theta and gamma oscillations predict encoding and retrieval of declarative memory. *The journal of neuroscience*, 26(28), 7523-7531.
- Ostby, Y., Tamnes, C.K., Fjell, A.M., Westlye, L.T., Due-Tønnessen, P. & Walhovd, K.B. (2009). Heterogeneity in subcortical brain development: A structural magnetic resonance imaging study of brain maturation from 8 to 30 years. *The Journal of neuroscience*, 29(38), 11772-11782.
- Park, S. M., Lee, J. Y., Kim, Y. J., Lee, J. Y., Jung, H. Y., Sohn, B. K., Kim, D. J., & Choi, J. S. (2017). Neural connectivity in Internet gaming disorder and alcohol use disorder: A resting-state EEG coherence study. *Scientific reports*, 7(1), 1333.
- Park, S., Ryu, H., Lee, J. Y., Choi, A., Kim, D. J., Kim, S. N., & Choi, J. S. (2018). Longitudinal Changes in Neural Connectivity in Patients With Internet Gaming Disorder: A Resting-State EEG Coherence Study. *Frontiers in psychiatry*, 9, 252.
- Pascual, R.F. & Saíñas, R.G. (2009). Adolescentes en el límite entre la psicopatología y la delincuencia. Relación entre psicopatología adolescente, delincuencia y contexto socio-familiar. *Psicología clínica*, 3, 1146-1154.

- Pasquini, H. A., Tanaka, G. K., Basile, L. F., Velasques, B., Lozano, M. D., & Ribeiro, P. (2015). Electrophysiological correlates of long-term Soto Zen meditation. *BioMed research international*, 2015, 598496.
- Pasquini, H.A., Tanaka, G.K., Basile, L.F., Velasques, B., Lozano, M.D. & Ribeiro, P. (2015). Electrophysiological correlates of long-term Soto Zen meditation. *BioMed research international*, 598496.
- Pasquini, S. & Srinivasan, N. (2010). Theta activity and meditative states: spectral changes during concentrative meditation. *Cognitive processing*, 11(1), 31-38.
- Passamonti, L., Crockett, M.J., Apergis-Schoute, A.M., Clark, L., Rowe, J.B., Calder, A.J. & Robbins, T.W.(2012a). Effects of acute tryptophan depletion on prefrontal-amygdala connectivity while viewing facial signals of aggression. *Biological psychiatry*, 71(1), 36-43.
- Passamonti, L., Fairchild, G., Fornito, A., Goodyer, I.M., Nimmo-Smith, I., Hagan, C.C. & Calder, A.J. (2012b). Abnormal anatomical connectivity between the amygdala and orbitofrontal cortex in conduct disorder. *PlosOne*, 7(11).
- Passamonti, L., Fairchild, G., Goodyer, I.G., Hurford, G., Hagan, C.C., Rowe, J.B. & Calder, A.J. (2010). Neural abnormalities in early-onset and adolescent-onset conduct disorder. *Archives of General Psychiatry*, 67, 729-738.
- Paty, J., Brenot, P., Tignol, J., & Bourgeois, M. (1978). Evoked cerebral activity (contingent negative variation and evoked potentials) and modified states of consciousness (sleeplike relaxation, transcendental meditation). *Annales Medico-Psychologiques*, 136, 143–169.
- Paus, T., Zijdenbos, A., Worsley, K., Collins, D.L., Blumenthal, J., Giedd, J.N., Rapoport, J.L. & Evans, A.C. (1999). Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. *Science*, 283(5409), 1908-1911.
- Pawliczek, C.M., Derntl, B., Kellermann, T., Kohn, N., Gur, R.C. & Habel, U. (2013). Inhibitory control and trait aggression: neural and behavioral insights using the emotional stop signal task. *Neuroimage*, 79, 264-274.
- Pennekamp, P., Bosel, R., Mecklinger, A. & Ott, H. (1994). Differences in EEG theta for responded and omitted targets in a sustained attention task. *Journal of Psychophysiology*, 8(2), 131-141.
- Perelman, A., Miller, S. L., Clements, C. B., Rodriguez, A., Allen, K., & Cavanagh, R. (2012). Meditation in a deep south prison: A longitudinal study of the effects of vipassana. *Journal of Offender Rehabilitation*, 51, 176-198.
- Perkins, S.C., Smith-Darden, J., Ametrano, R.M. & Graham-Bermann, S. (2014). Typologies of violence exposure and cognitive processing in incarcerated male adolescents. *Journal of family violence*, 29(4), 439-451.
- Perner, J., Kain, W., & Barchfeld, P. (2002). Executive control and higher-order theory of mind in children at risk of ADHD. *Infant and Child Development*, 11(2), 141–158.
- Petsche, H., Lindner, K., Rappelsberger, P., & Gruber, G. (1988). The EEG: An adequate method to concretize brain processes elicited by music. *Music Perception*, 6(2), 133–159.
- Pickut, B.A., Van Hecke, W., Kerckhofs, E., Marien, P., Vanneste, S., Cras, P. & Parizel, P.M. (2013). Mindfulness based intervention in Parkinson's disease leads to

structural brain changes on MRI: a randomized trial. *Clinical neurology and neurosurgery*, 115(12), 2419-2425.

- Picton, T. y Hillyard, S. (1988). Endogenous event-related potentials. En T. W. Picton (Ed.), *Human event related potentials* (pp. 361-426). New York: Elsevier.
- Pineda, D. (2000). La función ejecutiva y sus trastornos. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 30(8), 764-768.
- Piscopo, D.M., Weible, A.P., Rothbart, M.K., Posner, M.I. & Niell, C.M. (2018). Changes in white matter in mice resulting from low-frequency brain stimulation. *Proceedings of the national academy of sciences of the united states of america*, 115(27), 6339-6346.
- Pizzagalli, D., Oakes, T. & Davidson, R. (2003). Coupling of theta activity and glucose metabolism in the human rostral anterior cingulate cortex: An EEG/PET study of normal and depressed subjects. *Psychophysiology*, 40, 939-49.
- Polich, J., Ladish, C. & Burns, T. (1990). Normal variation of P300 in children: Age, memory span, and head size. *International Journal of Psychophysiology*, 9(3), 237-248.
- Popma, A., Vermeiren, R., Geluk, C.A., Rinne, T., van den Brink, W., Knol, D.L., Jansen, L.M., van Engeland, H., Doreleijers, T.A. (2007). Cortisol moderates the relationship between testosterone and aggression in delinquent male adolescents. *Biological psychiatry*, 61(3), 405-411.
- Posner, I. & Rothbart, M.K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual review of psychology*, 58, 1-23.
- Posner, M.I. & Rothbart, M.K. (2009). Toward a physical basis of attention and self-regulation. *Physical Life Review*, 6, 103-120.
- Posner, M.I., Rothbart, M.K. & Ghassemzadeh, H. (2019). Restoring attention networks. *Yale journal of biology and medicine*, 92(1), 139-143.
- Pozuelos, J.P., Mead, B.R., Rueda, M.R. & Malinowski, P. (2019). Short-term mindful breath awareness training improves inhibitory control and response monitoring. *Progress in brain research*, 244, 137-163.
- Prinz, J. (2006). The emotional basis of moral judgments. *Philosophical Explorations*, 9(1), 29-43.
- Quaglia, J. T., Zeidan, F., Grossenbacher, P. G., Freeman, S. P., Braun, S. E., Martelli, A., Goodman, R. J., & Brown, K. W. (2019). Brief mindfulness training enhances cognitive control in socioemotional contexts: Behavioral and neural evidence. *Plos one*, 14(7).
- Raghavachari, S., Kahana, M.J., Rizzuto, D.S., Caplan, J.B., Kirschen, M.P., Bourgeois, B., Madsen, J.R. & Lisman, J.E. (2001). Gating of human theta oscillations by a working memory task. *The Journal of neuroscience*, 21(9), 3175-3183.
- Raine, A. & Yang, Y. (2006). Neural foundations to moral reasoning and antisocial behavior. *Social cognitive and affective neuroscience*, 1(3), 203-213.
- Raine, A., Venables, P. H., & Williams, M. (1990). Relationships between central and autonomic measures of arousal at age 15 years and criminality at age 24 years. *Archives of general psychiatry*, 47(11), 1003-1007.

- Ramos-Loyo, J., Angulo-Chavira, A., Llamas-Alonso, L.A. & González-Garrido, A.A. (2016). Sex differences in emotional contexts modulation on response inhibition. *Neuropsychologia*, 91, 290-298.
- Ramos-Loyo, J., Llamas-Alonso, L.A., González-Garrido, A.A. & Hernández-Villalobos, J. (2017). Emotional Contexts Exert a Distracting on Attention and Inhibitory Control in Female and Male Adolescents. *Scientific Report*, 7(2082), 1-10.
- Rangaswamy, M., Porjesz, B., Chorlian, D. B., Wang, K., Jones, K. A., Bauer, L. O., Rohrbaugh, J., O'Connor, S. J., Kuperman, S., Reich, T., & Begleiter, H. (2002). Beta power in the EEG of alcoholics. *Biological psychiatry*, 52(8), 831–842.
- Rangaswamy, M., Porjesz, B., Chorlian, D.B., Choi, K., Jones, K.A., Wang, K., Rohrbaugh, J., O'Connor, S., Kuperman, S., Reich, T. & Begleite, H. (2003). Theta power in the EEG of alcoholics. *Alcoholism Clinical and Experimental Research* 27(4), 607-15.
- Rey-Anacona, C.A. (2003). Adaptación y validación de una escala para medir empatía en preadolescentes y adolescentes varones. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 34(2), 185-194.
- Richardson, R., Trépel, D., Perry, A., Ali, S., Duffy, S., Gabe, R., Gilbody, S., Glanville, J., Hewitt, C., Manea, L., Palmer, S., Wright, B. & McMillan, D. (2015). Screening for psychological and mental health difficulties in young people who offend: a systematic review and decision model. *Health technology assessment*, 19(1), 1-128.
- Riggs, N.R., Blair, C.B. & Greenberg, M.T. (2003). Concurrent and 2-year longitudinal relations between executive function and the behavior of 1st and 2nd grade children. *Child neuropsychology*, 9(4), 267-76.
- Robbins, T. W. (1998). Dissociating executive functions of the prefrontal cortex. En A. C. Roberts, T. W. Robbins, & L. Weiskrantz (Eds.), *The prefrontal cortex: Executive and cognitive functions* (p. 117–130). Oxford University Press.
- Robertson, I. H. (1996). *Goal Management Training: A Clinical Manual*. Cambridge: PsyConsult.
- Robins, C.J., Keng, S.L., Ekblad, A.G. & Brantley, J.G. (2012). Effects of mindfulness-based stress reduction on emotional experience and expression: a randomized controlled trial. *Journal of clinical psychology*, 68, 117-131.
- Robles, R., Varela, R., Jurado, S. & Páez, F. (2001). Versión mexicana del Inventario de Ansiedad de Beck: Propiedades Psicométricas. *Revista Mexicana de Psicología*, 18(2), 211-218.
- Rodríguez, A., González, Y. & Herrera, L. (2006). Particularidades neuropsicológicas de adolescents con conductas desviadas, psicologíacientífica.com;
- Roesch, R. (2007). Delincuencia juvenil: riesgo y prevención. En J.M. Sabucedo & J. Sanmartín (Eds.) *Los escenarios de la violencia*. Barcelona: Ariel, 215-232.
- Ron-Grajales, A. (2015). *Correlación eléctrica cerebral durante una tarea de inhibición motora con estímulos emocionales en menores víctimas de maltrato físico*. [Tesis de maestría]. Jalisco, Mexico: Universidad de Guadalajara.
- Rosell, D.R. & Siever, L.J. (2015). The neurobiology of aggression and violence. *CNS spectrums*, 20(3), 254-279.
- Roselli, C.E., Klosterman, S. & Resko, J.A. (2001). Anatomic relationships between aromatase and androgen receptor mRNA expression in the hypothalamus and amygdala

of adult male cynomolgus monkeys. *The Journal of Comparative Neurology*, 439(2), 208-223.

- Rubia, K., Lee, F., Cleare, A.J., Tunstall, N., Fu, C.H., Brammer, M. & McGuire, P. (2005). Tryptophan depletion reduces right inferior prefrontal activation during response inhibition in fast, event-related fMRI. *Psychopharmacology*, 179(4), 791-803.
- 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. (2001). Mapping motor inhibition: Conjunctive brain activations across different versions of Go/No Go and Stop Tasks. *Neuroimage*, 13 (2), 250-261.
- 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., Smith, A.B., Halari, R., Matsukura, F., Mohammad, M., Taylor, E., Brammer, M.J. (2009). Disorder-specific dissociation of orbitofrontal dysfunction in boys with pure conduct disorder during reward and ventrolateral prefrontal dysfunction in boys with pure ADHD during sustained attention. *The American journal of psychiatry*, 166(1), 83-94.
- Rubinow, D.R. & Schmidt, P.J. (1996). Androgens, brain and behavior. *The American Journal of Psychiatry*, 153(8), 974-984.
- Russell, T.A. & Arcuri, S.M. (2015). A neuropsychological consideration of mindful movement: clinical and research implications. *Frontiers in human neuroscience*, 9.
- Rybak, M., Crayton, J.W., Young, I.J., Herba, E. & Konopka, L.M. (2006). Frontal alpha power asymmetry in aggressive children and adolescents with mood and disruptive behavior disorders. *Clinical EEG and neuroscience*, 37(1), 16-24.
- Sagar, M., King, B.G., Zanesco, A.P., MacLean, K.A., Aichele, S.R., Jacobs, T.L., Bridwell, D.A., Shaver, P.R., Rosenberg, E.L., Sahdra, B.K., Ferrer, E., Tang, A.C., Mangun, G.R., Wallace, B.A., Miikkulainen, R. & Saron, C.D. (2012). Intensive training induces longitudinal changes in meditation state-related EEG oscillatory activity. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 1-14.
- Sahdra, B.K., MacLean, K.A., Ferrer, E., Shaver, P.R., Rosenberg, E.L., Jacobs, T.L., Zanesco, A.P., King, B.G., Aichele, S.R., Bridwell, D.A., Mangun, G.R., Lavy, S., Wallace, B.A. & Saron, C.D. (2011). Enhanced response inhibition during intensive meditation training predicts improvements in self-reported adaptive socioemotional functioning. *Emotion*, 11(2), 299-312.
- Saletu-Zyhlarz, G. M., Arnold, O., Anderer, P., Oberndorfer, S., Walter, H., Lesch, O. M., Böning, J., & Saletu, B. (2004). Differences in brain function between relapsing and abstaining alcohol-dependent patients, evaluated by EEG mapping. *Alcohol and alcoholism (Oxford, Oxfordshire)*, 39(3), 233-240.
- Samuelson, M., Carmody, J., Kabat-Zinn, J., & Bratt, M. A. (2007). Mindfulness-based stress reduction in Massachusetts correctional facilities. *The Prison Journal*, 87, 254-268.
- Sánchez-Teruel, D. (2012). Factores de riesgo y protección ante la delincuencia en menores y jóvenes. *Revista de Educación Social*, 15.
- Sanmartín, J. (2002). *La mente de los violentos*. Barcelona, Ariel

- Santos-Barbosa, M.F. & Coelho-Monteiro, L.M. (2008). Recurrent criminal behavior and executive dysfunction. *The Spanish journal of psychology*, 11 (1), 259-265.
- Sanz-Martin, A. & Calderón-Zepeda, I. (2016). EEG correlation during a working memory task with emotional stimuli in girls with posttraumatic stress disorder secondary to sexual abuse. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 6, 509-529.
- 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.
- Sapsky, R.M. (2004). The frontal cortex and the criminal justice system. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 359(1451), 1787-1796.
- Sarkar, S., Craig, M.C., Catani, M., Dell'acqua, F., Fahy, T., Deeley, Q. & Murphy, D.G. (2012). Frontotemporal white-matter microstructural abnormalities in adolescents with conduct disorder: a diffusion tensor imaging study. *Psychological medicine*, 43(2), 401-411.
- Sastre-Riba, S., Merino-Moreno, N. & Poch M.L. (2007). Formatos interactivos y funciones ejecutivas en el desarrollo temprano. *Revista Neurología*, 44, 61-65
- Sauseng, P., Hoppe, J., Klimesch, W., Gerloff, C. & Hummel, F.C. (2007) Dissociation of sustained attention from central executive functions: local activity and interregional connectivity in the theta range. *The European journal of neuroscience*, 25(2), 587-593.
- Sauseng, P., Klimesch, W., Heise, K. F., Gruber, W. R., Holz, E., Karim, A. A., Glennon, M., Gerloff, C., Birbaumer, N. & Hummel, F.C. (2009). Brain oscillatory substrates of visual short-term memory capacity. *Current biology*, 19(21), 1846-1852.
- Sauseng, P., Klimesch, W., Schabus, M. & Doppelmayr, M. (2005). Fronto-parietal EEG coherence in theta and upper alpha reflect central executive functions of working memory. *International journal of psychophysiology*, 57(2), 97-103.
- Scherf, K.S., Smyth, J.M. & Delgado, M.R. (2013). The Amygdala: An Agent of Change in Adolescent Neural Networks. *Hormones and Behavior*, 64(2), 298-313.
- Schimmack, U. (2005). Attentional interference effects of emotional pictures: Threat, negativity or arousal? *Emotion*, 5 (1), 55-66.
- Schnittker, J. & John, A. (2007). Enduring stigma: The long-term effects of incarceration on health. *Journal of Health and Social Behavior*, 48(2), 115-130.
- Schönenberg, M., & Jusyte, A. (2014). Investigation of the hostile attribution bias toward ambiguous facial cues in antisocial violent offenders. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 264(1), 61-69.
- Schonert-Reichl, K.A., Oberle, E., Lawlor, M.S., Abbott, D., Thomson, K., Oberlander, T.F. & Diamond, A. (2015). Enhancing Cognitive and Social-Emotional Development Through a Simple-to-Administer Mindfulness-Based School Program for Elementary School Children: A Randomized Controlled Trial. *Developmental psychology*, 51(1), 52-66.
- Sebastian, A., Pohl, M.F., Klöppel, S., Feige, B., Lange, T., Stahl, C., Voss, A., Klauer, K.C., Lieb, K. & Tüscher, O. (2013). Disentangling common and specific neural subprocesses of response inhibition. *Neuroimage*, 64, 601-615.

- Secretaría de Seguridad Pública. Estadísticas del Consejo de Menores del Distrito Federal. (2005). México, D.F. Recuperado de: <http://www.ssp.gob.mx/portalWebApp/ShowBinary?nodeId=/BEA%20Repository/99095//archive>
- Sederberg, P. B., Kahana, M. J., Howard, M. W., Donner, E. J., and Madsen, J. R. (2003). Theta and gamma oscillations during encoding predict subsequent recall. *The journal of neuroscience*, 23(34), 10809-10814.
- Séguin, J. R., Sylvers, P., & Lilienfeld, S. O. (2007). The neuropsychology of violence. In D. J. Flannery, A. T. Vazsonyi, & I. D. Waldman (Eds.), *The Cambridge handbook of violent behavior and aggression* (pp. 187-214). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Semple, R. (2010). Does Mindfulness Meditation Enhance Attention? A Randomized Controlled Trial. *Mindfulness*, 1(2), 121-130.
- Seo, D., Patrick, C.J. & Kennealy, P.J. (2008). Role of Serotonin and Dopamine System Interactions in the Neurobiology of Impulsive Aggression and its Comorbidity with other Clinical Disorders. *Aggression and violent behavior*, 13(5), 383-395.
- Siep, N., Tonnaer, F., van de Ven, V., Arntz, A., Raine, A., & Cima, M. (2019). Anger provocation increases limbic and decreases medial prefrontal cortex connectivity with the left amygdala in reactive aggressive violent offenders. *Brain imaging and behavior*, 13(5), 1311–1323.
- Simpson, S., Mercer, S., Simpson, R., Lawrence, M. & Wyke, S. (2018). Mindfulness-based interventions for young offenders: a scoping review. *Mindfulness*, 9(5), 1330-1343.
- Song, Y. & Hakoda, Y. (2015). An fMRI study of the functional mechanisms of Stroop/reverse-Stroop effects. *Behavioural brain research*, 290, 187-196.
- Sowell, E.R., Thompson, P.M., Tessner, K.D., & Toga, A.W. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *Journal of Neuroscience*, 21, 8819–8829.
- Stadler, C., Sterzer, P., Schmeck, K., Krebs, A., Kleinschmidt, A. & Poustka, F. (2007). Reduced anterior cingulate activation in aggressive children and adolescents during affective stimulation: association with temperament traits. *Journal of psychiatric research*, 41(5), 410-417.
- Steinberg, L. (2005). Cognitive and affective development in adolescence. *Trends in cognitive sciences*, 9(2), 69-74.
- Sterzer, P., Stadler, C., Poustka, F. & Kleinschmidt, A. (2007). A structural neural deficit in adolescents with conduct disorder and its association with lack of empathy. *Neuroimage*, 37(1), 335-42.
- Stoff, D.M., Pollock, L., Vitiello, B., Behar, D. & Bridger, W.H. (1987). Reduction of (3H)-imipramine binding sites on platelets of conduct-disordered children. *Neuropsychopharmacology*, 1(1), 55-62.
- Subramani, O.S., Parrott, D.J., Latzman, R.D. & Washburn, D.A.(2019). Breaking the link: Distraction from emotional cues reduces the association between trait disinhibition and reactive physical aggression. *Aggressive behavior*, 45(2), 151-160.
- Sumter, M. T., Monk-Turner, M., & Turner, C. (2009). The benefits of meditation practice in the correctional setting. *Journal of Correctional Health Care*, 15, 47-57.

- Suzuki, S. (2003). *Not Always So: Practicing the True Spirit of Zen*. Harper Collins: New York, N.Y.
- Syngelaki, E.M., Moore, S.C., Savage, J.C., Fairchild, G. & van Goozen, S.H.M. (2009). Executive functioning and risky decision making in young male offenders. *Criminal Justice and Behavior*, 36(11), 1213-1227.
- Tallon-Baudry, C. & Bertrand, O. (1999). Oscillatory gamma activity in humans and its role in object representation. *Trends in cognitive sciences*, 3(4), 151-162.
- Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Peronnet, F. & Pernier, J. (1998). Induced gamma-band activity during the delay of a visual short-term memory task in humans. *The journal of neuroscience*, 18(11), 4244-4254.
- Tanaka, G.K., Peressutti, C., Teixeira, S., Cagy, M., Piedade, R., Nardi, A.E., Ribeiro, P. & Velasques, B. (2014). Lower trait frontal theta activity in mindfulness meditators. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 72(9), 687-693.
- Tang, Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lue, C., Yu, Q., Sui, D., Rothbart, M., Fan, M. & Posner, M. (2007). Short Term Meditation Training Improves Attention and Self-Regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(43), 17152-6.
- Tang, Y.Y., Hölzel, B.K. & Posner, M.I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature reviews. Neuroscience*, 16(4), 213-225.
- Tang, Y.Y., Lu, Q., Geng, X., Stein, E.A., Yang, Y. & Posner, M.I. (2010). Short-term meditation induces white matter changes in the anterior cingulate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(35), 15649-52.
- Tang, Y.Y., Ma, Y., Fan, Y., Feng, H., Wang, J., Feng, S., Lu, Q., Hu, B., Lin, Y., Li, J., Zhang, Y., Wang, Y., Zhou, L. & Fan, M. (2009). Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(22), 8865-8870.
- Tang, Y.Y., Tang, R., Rothbart, M.K. & Posner, M.I. (2019). Frontal theta activity and white matter plasticity following mindfulness meditation. *Current Opinion in Psychology*, 28, 294-297.
- Tang, Y.Y., Yang, L., Leve, L.D. & Harold, G.T. (2012). Improving executive function and its neurobiological mechanisms through a Mindfulness-Based Intervention: Advances within the field of developmental neuroscience. *Child Development Perspectives*, 6 (4), 361-366.
- Telles, S., Singh, D., Naveen, K. V., Pailoor, S., Singh, N., & Pathak, S. (2019). P300 and Heart Rate Variability Recorded Simultaneously in Meditation. *Clinical EEG and neuroscience*, 50(3), 161–171.
- Teplan, M., Krakovská, A. & Špajdel, M. (2014). Spectral EEG features of a short psycho-physiological relaxation. *Measurement Science Review*, 14 (4), 237-242.
- Teplin, L.A., Abram, K.M., McClelland, G.M., Dulcan, M.K. & Mericle, A.A. (2002). Psychiatric disorders in youth in juvenile detention. *Archives of general psychiatry*, 59(12), 1133-1143.
- Thomson, N.D. & Centifanti, L.C.M. (2018). Proactive and reactive aggression subgroups in typically developing children: the role of executive functioning, psychophysiology, and psychopathy. *Child psychiatry and human development*, 49(2), 197-208.

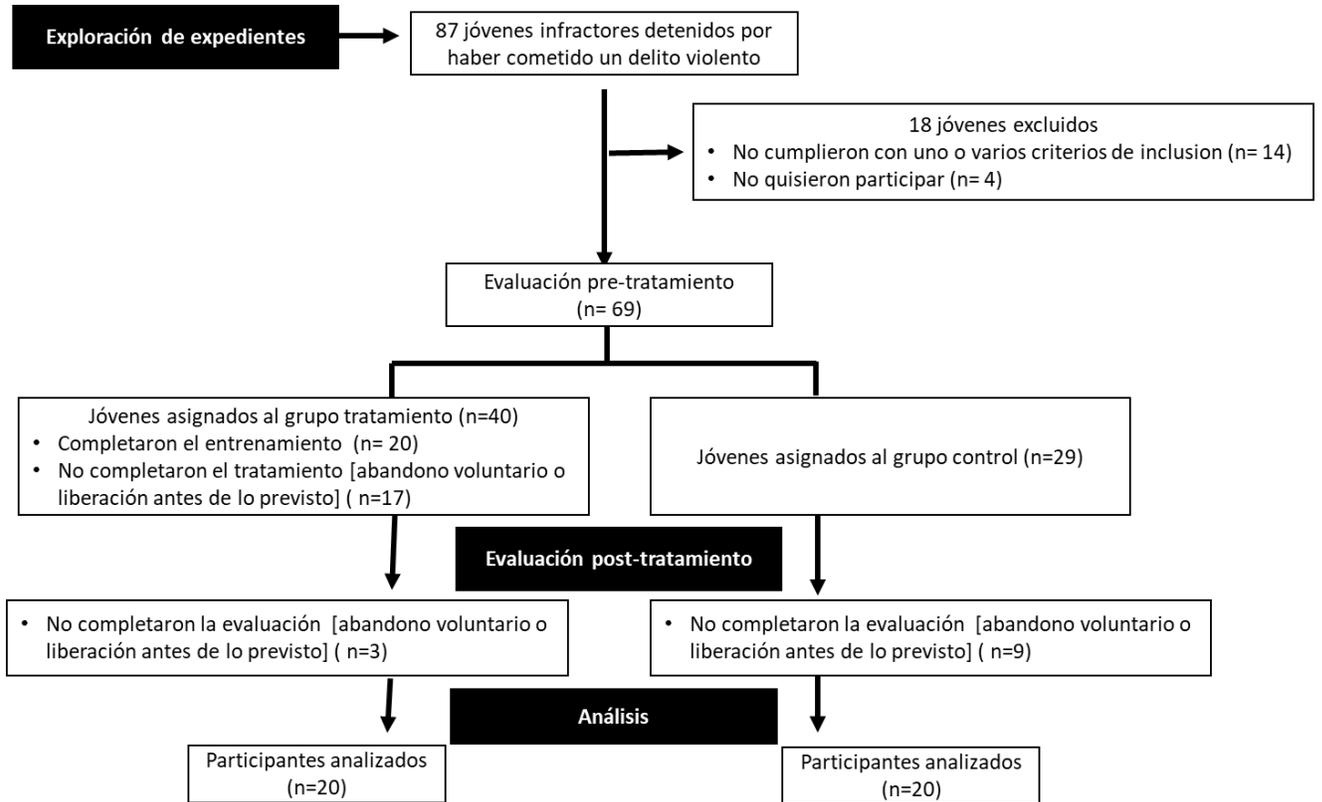
- Tomljenović, H., Begić, D. & Maštrović, Z. (2016). Changes in trait brainwave power and coherence, state and trait anxiety after three-month transcendental meditation (TM) practice. *Psychiatr Danub*, 28(1), 63-72.
- Tong, S. & Thakor, N.V. (2009). *Quantitative EEG analysis methods and clinical applications*. EUA: Artech House.
- Toupin, J., Dery, M., Pauze, R., Mercier, H. & Fortin, L. (2003). Cognitive and familial contributions to conduct disorder in children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(3), 333-344.
- Travis, F. & Parim, N. (2017). Default mode network activation and transcendental meditation practice: focused attention or automatic self-transcending? *Brain and cognition*, 111, 86-94.
- Travis, F. & Wallace, R.K. (1999). Autonomic and EEG patterns during eyes-closed rest and transcendental meditation (TM) practice: the basis for a neural model of TM practice. *Consciousness and cognition*, 8(3), 302-318.
- Travis, F. (2001). Autonomic and EEG patterns distinguish transcending from other experiences during Transcendental meditation. *International Journal of Psychophysiology*, 42(1), 1-9.
- Travis, F., & Miskov, S. (1994). P300 latency and amplitude during eyes-closed rest and transcendental meditation practice. *Psychophysiology*, 31, S67.
- Travis, F., Haaga, D.A., Hagelin, J., Tanner, M., Arenander, A., Nidich, S., Gaylord-King, C., Grosswald, S., Rainforth, M. & Schneider, R.H. (2010). A self-referential default brain state: patterns of coherence, power, and eLORETA sources during eyes-closed rest and Transcendental Meditation practice. *Cognitive processing*, 11(1), 21-30.
- Trujillo, N., Pineda, D. & Puerta, I. (2007). Alteraciones cognitivas en adolescentes infractores con trastorno disocial de diversos niveles de gravedad. *Psicología Conductual*, 15(2), 297-319.
- Tsukiura, T., Fujii, T., & Takahashi, T. (2001). Neuroanatomical discrimination between manipulating and maintaining processes involved in verbal working memory: a functional MRI study. *Cognitive Brain Research*, 11, 13-21.
- Ulzen, T.P.M. & Hamilton, H. (1998). The nature and characteristics of psychiatric comorbidity in incarcerated adolescents. *Canadian Journal of Psychiatry*, 43(1), 57-63.
- Umbach, R., Raine, A., & Leonard, N. R. (2018). Cognitive Decline as a Result of Incarceration and the Effects of a CBT/MT Intervention: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Criminal justice and behavior*, 45(1), 31-55.
- Uzefovsky, F., Shalev, I., Israel, S., Knafo, A. & Ebstein, R.P. (2012). Vasopressin selectively impairs emotion recognition in men. *Psychoneuroendocrinology*, 37(4), 576-580.
- Valls-Serrano, C., Caracuel, A. & Verdejo-Garcia, A. (2016). Goal Management Training and Mindfulness Meditation improve executive functions and transfer to ecological tasks of daily life in polysubstance users enrolled in therapeutic community treatment. *Drug and alcohol dependence*, 165, 9-14.
- Van Erp, A.M. & Miczek, K.A. (2000). Aggressive behavior, increased accumbal dopamine, and decreased cortical serotonin in rats. *Journal of neuroscience*, 20(24), 9320-9325.

- Van Lutterveld, R., Van Dellen, E., Pal, P., Yang, H., Stam, C. J. & Brewer, J. (2017). Meditation is associated with increased brain network integration. *Neuroimage*, 158, 18–25.
- Van Veen, V. & Carter, C.S. (2002). The anterior cingulate as a conflict monitor: fMRI and ERP studies. *Physiology and behavior*, 77(4-5), 477-482.
- Van Wingen, G.A., Zylicz, S.A., Pieters, S., Mattern, C., Verkes, R.J., Buitelaar, J.K. & Fernández, G. (2009). Testosterone increases amygdala reactivity in middle-aged women to a young adulthood level. *Neuropsychopharmacology*, 34(3), 539-547.
- Varden, J. (2003). *Human Development*. New York: Editorial McGraw Hill.
- Vega-Cauich, J.I. & Dzib-Aguilar, J.P. (2015). Diferencias neuropsicológicas y personalidad en individuos con y sin rasgos antisociales. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 18(2), 564-585.
- Verbruggen, F. & Logan, G.D. (2008). Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends in cognitive sciences*, 12 (11), 418-424.
- Verbruggen, F., & De Houwer, J. (2007). Do emotional stimuli interfere with response inhibition? Evidence from the stop signal paradigm. *Cognition & Emotion*, 21, 391–403.
- Verbruggen, F., Logan, G.D. & Stevens, M.A. (2008). STOP-IT: Windows executable software for the stop-signal paradigm. *Behavior research methods*, 40(2), 479-483.
- Vermeiren, R (2003). Psychopathology and delinquency in adolescents: A descriptive and developmental perspective. *Clinical Psychology Review*, 23, 277-318.
- Vigil-Colet, A., & Codorniu-Raga, M. J. (2004). Aggression and inhibition deficits, the role of functional and dysfunctional impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 37(7), 1431–1440
- Vilá-Balló, A., Cunillera, T., Rostan, C., Hdez-Lafuente, P., Fuentemilla, L. & Rodríguez-Fornells, A. (2015). Neurophysiological correlates of cognitive flexibility and feedback processing in violent juvenile offenders. *Brain research*, 1610, 98-109.
- Vilà-Balló, A., Hdez-Lafuente, P., Rostand, C., Cunillera, T., Rodríguez-Fornells, A. (2014). Neurophysiological correlates of error monitoring and inhibitory processing in juvenile violent offenders. *Biological Psychology*, 102, 141-152.
- Villena-González, M., Palacios- García, I., Rodríguez, E. & López, V. (2018). Beta oscillations distinguish between two forms of mental imagery while gamma and theta activity reflects auditory attention. *Frontiers in human neuroscience*, 12.
- Vinogradova, O. S. (2001). Hippocampus as comparator: Role of the two input and two output systems of the hippocampus in selection and registration of information. *Hippocampus*, 11(5), 578–598.
- Volavka, J. (1990). Aggression, Electroencephalography, and Evoked Potentials: A Critical Review. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, & Behavioral Neurology*, 3, 249-259.
- Volman, I., Toni, I., Verhagen, L. & Roelofs, K. (2011). Endogenous testosterone modulates prefrontal-amygdala connectivity during social emotional behavior. *Cerebral cortex*, 21(10), 2282-2290.
- von Stein, A. & Sarnthein, J. (2000). Different frequencies for different scales of cortical integration: from local gamma to long range alpha/theta synchronization. *International journal of psychophysiology*, 38(3), 301-313.

- Wager, T.D., Sylvester, C.Y., Lacey, S.C., Nee, D.E., Franklin, M. & Jonides, J. (2005). Common and unique components of response inhibition revealed by fMRI. *Neuroimage*, 27(2), 323-340.
- Wagner, U., N'Diaye, K., Ethofer, T. & Vuilleumier, P. (2011). Guilt-specific processing in the prefrontal cortex. *Cerebral cortex*, 21(11), 2461-2470.
- Wallace, G.L., White, S., Robustelli, B., Sinclair, S., Hwang, S. Martin, A. & Blair, R.J.R. (2014). Cortical and subcortical abnormalities in youths with conduct disorder and elevated callous-unemotional traits. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 53(4), 456-465.
- Wangyal, T. & Turner, P. (2011). *Tibetan Yogas of Body, Speech, and Mind*. Snow Lion Publications: Ithaca, N.Y.
- Weber, S., Habel, U. & Schneider, F. (2008). Structural brain abnormalities in psychopaths: a review. *Behavioral Sciences and the Law*, 28, 7-28.
- Wechsler, D. (2003). *WAIS-III, Escala de Inteligencia Wechsler para Adultos-III*. Manual técnico. México: Manual Moderno.
- Wegrzyn, M., Westphal, S. & Kissler, J. (2017). In your face: the biased judgement of fear-anger expressions in violent offenders. *BMC psychology*, 5(1), 16.
- Weible, A.P., Piscopo, D.M., Rothbart, M.K., Posner, M.I. & Niell, C.M. (2017). Rhythmic brain stimulation reduces anxiety-related behavior in a mouse model based on meditation training. *Proceedings of the national academy of sciences of the united states of america*, 114(10), 2532-2537.
- Wessel, J. R., & Aron, A. R. (2015). It's not too late: The onset of the frontocentral P3 indexes successful response inhibition in the stop-signal paradigm. *Psychophysiology*, 52(4), 472-480.
- West, M. (1979). Meditation. *The British Journal of Psychiatry*, 135, 457-467.
- White, J. L., Moffitt, T. E., Caspi, A., Bartusch, D. J., Needles, D. J., & Stouthamer-Loeber, M. (1994). Measuring impulsivity and examining its relationship to delinquency. *Journal of Abnormal Psychology*, 103(2), 192-205.
- Wilkowski, B. M. (2012). Responding to social signals for response inhibition: A psychological process underlying trait anger. *Social Psychological and Personality Science*, 3(1), 72-79.
- 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.
- Williams, W.A., Shoaf, S.E., Hommer, D., Rawlings, R. & Linnoila. M. (1999). Effects of acute tryptophan depletion on plasma and cerebrospinal fluid tryptophan and 5-hydroxyindoleacetic acid in normal volunteers. *Journal of neurochemistry*, 72(4), 1641-1647.
- Wong, K. F., Teng, J., Chee, M., Doshi, K., & Lim, J. (2018). Positive Effects of Mindfulness-Based Training on Energy Maintenance and the EEG Correlates of Sustained Attention in a Cohort of Nurses. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 80.
- Xiu, L., Wu, J., Chang, L. & Zhou, R. (2018). Working memory training improves emotion regulation ability. *Scientific reports*, 8(1), 15012.
- Xue, S., Tang, Y. & Posner, M. (2011). Short-term meditation increases network efficiency of the anterior cingulate cortex. *Neuroreport*, 22(12), 570-4.

- Yang, S., Kadouri, A., Révah-Lévy, A., Mulvey, E.P., Falissard, B. (2009). Doing time: A qualitative study of long-term incarceration and the impact of mental illness. *International Journal of Law and Psychiatry*, 32(5), 294–303.
- Yechiam, E., Kanz, J.E., Bechara, A., Stout, J.C., Busemeyer, J.R., Altmaier, E.M. & Paulsen, J.S. (2008). Neurocognitive deficits related to poor decision making in people behind bars. *Psychonomic bulletin & review*, 15(1), 44-51.
- Youh, J., Hong, J. S., Han, D. H., Chung, U. S., Min, K. J., Lee, Y. S., & Kim, S. M. (2017). Comparison of Electroencephalography (EEG) Coherence between Major Depressive Disorder (MDD) without Comorbidity and MDD Comorbid with Internet Gaming Disorder. *Journal of Korean medical science*, 32(7), 1160–1165.
- Zald, D.H. (2007). Orbital versus dorsolateral prefrontal cortex: anatomical insights into content versus process differentiation models of the prefrontal cortex. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1121, 395-406.
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360.
- 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.
- Zelazo, P.D. (2020). Executive Function and Psychopathology: A Neurodevelopmental Perspective. *Annual review of clinical psychology*, 16 (1).
- Zhang, Q., Wang, Z., Wang, X., Liu, L., Zhang, J. & Zhou, R. (2019). The effects of different stages of mindfulness meditation training on emotion regulation. *Frontiers in human neuroscience*, 13(208).
- Zhang, S. & Li, C.S. (2012). Functional networks for cognitive control in a stop signal task: independent component analysis. *Human brain mapping*, 33(1), 89-104.
- Zou, Z., Meng, H., Ma, Z., Deng, W., Du, L., Wang, H., Chen, P. & Hu, H. (2013). Executive functioning deficits and childhood trauma in juvenile violent offenders in China. *Psychiatry Research*, 207(3), 218-224.

ANEXO 1. Selección de participantes



ANEXO 2. Resultados obtenidos en las tareas de control inhibitorio

Tabla 1. Puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en la tarea Stroop (forma A) durante la evaluación pre-tratamiento.

Rubro	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p
Tiempo de ejecución	109.4 (23.6)	107	93	97.3 (23.8)	101	80	155.5	.22
Errores Stroop	2.5 (1.9)	2	7	1.7 (1.5)	1.5	5	152	.18

Tiempos de ejecución (segundos) y errores *Stroop* (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registrados en la evaluación pre-tratamiento por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stroop* (forma A), así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40.

Tabla 2. Puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en la tarea Stroop (forma A) durante la evaluación post-tratamiento.

Rubro	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p
Tiempo de ejecución	99.9 (23.5)	96.5	91	96.9 (19.8)	102.5	64	197	.93
Errores Stroop	2.3 (2.6)	1	8	1.6 (2.9)	1	13	161.5	.27

Tiempos de ejecución (segundos) y errores *Stroop* (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registrados en la evaluación post-tratamiento por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stroop* (forma A), así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40.

Tabla 3. Puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en la tarea Stroop (forma B) durante la evaluación pre-tratamiento.

Rubro	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p
Tiempo de ejecución	94.7 (30.6)	86.5	135	83.2 (21)	76	72	146	.14
Errores Stroop	2.4 (2.2)	2	7	3.6 (4.6)	2.5	21	170.5	.41

Tiempos de ejecución (segundos) y errores *Stroop* (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registrados en la evaluación pre-tratamiento por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stroop* (forma B), así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40.

Tabla 4. Puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stroop* (forma B) durante la evaluación post-tratamiento.

Rubro	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p
Errores Stroop	2.7 (3.1)	2	14	1.1 (1)	1	3	129	.04*
Tiempo de ejecución	85.8 (22.5)	80.5	104	77.6 (15)	74	62	150	.17

Tiempos de ejecución (segundos) y errores *Stroop* (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registrados en la evaluación post-tratamiento por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stroop* (forma B), así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40. *p<0.05

Tabla 5. Puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-It* (con estímulos neutros) durante la evaluación pre-tratamiento.

Rubro	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	P
SSRT	353.9 (170.9)	362.3	803.7	354.7 (127.2)	349.7	660.4	179	.57
SSD	577 (270.8)	550.2	1058.5	512.4 (204.6)	540.8	709.4	195.5	.90
Tiempo de reacción	945.1 (99)	930.4	371.9	897.5 (87.8)	921.8	374.3	155	.22
% de respuestas correctas	76.1 (14.6)	82.6	54.3	78.7 (12.3)	80.9	42	185.5	.69

SSRT: *Stop-Signal Reaction-Time* (milisegundos), SSD: *Stop Signal Delay* (milisegundos), tiempos de reacción (milisegundos) y % de respuestas correctas (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registradas en la evaluación pre-tratamiento por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-It* (con estímulos neutros), así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40.

Tabla 6. Comparaciones estadísticas de las puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-It* (con estímulos neutros) durante la evaluación post-tratamiento.

Rubro	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p
SSRT	312.6 (131.3)	333.8	706.8	301.5 (100.1)	335.5	330.6	198	.95
SSD	726.1 (250.2)	731	1103.2	644.1 (162.4)	624.3	650	156	.23
Tiempo de reacción	904.2 (102.4)	919.8	327.2	944.8 (90.1)	955.6	439.8	158	.25
% de respuestas correctas	76.9 (12.8)	76.1	44.7	77.7 (14)	81.3	45.8	183	.64

SSRT: *Stop-Signal Reaction-Time* (milisegundos), SSD: *Stop Signal Delay* (milisegundos), tiempos de reacción (milisegundos) y % de respuestas correctas (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registradas en la evaluación pre-tratamiento por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-It* (con estímulos neutros), así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40.

Tabla 7. Puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-Signal* (con estímulos emocionales) durante la evaluación pre-tratamiento.

Rubro	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p
Errores de comisión	5.8 (3.8)	4	12	4.8 (4.2)	3.5	15	158	.25
Tiempo de reacción	692.9 (86.1)	698.5	378	726.1 (111.7)	734.5	446	160.5	.28
Respuestas correctas	108.6 (5.4)	111	20	104.2 (14.9)	108	58	187	.72
Omisiones	2.6 (1.9)	2.5	9	2.8 (4.4)	1	20	158	.24

Errores de comisión, tiempos de reacción (milisegundos), respuestas correctas y omisiones (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registradas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-Signal* (con estímulos emocionales) durante la evaluación pre-tratamiento, así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40.

Tabla 8. Puntuaciones obtenidas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-Signal* (con estímulos emocionales) durante la evaluación post-tratamiento.

Rubro	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p
Errores de comisión	5.4 (4.8)	3.5	16	2 (2.2)	1.5	7	104.5	.009**
Tiempo de reacción	697.4 (66.6)	688.5	272	776.8 (131.9)	753.1	471.9	131	.06
Respuestas correctas	106.1 (6.6)	107.5	21	105.1 (17.3)	113	65	143	.12
Omisiones	3.5 (2.5)	2.5	7	2.4 (3.9)	1.5	18	126.5	.04

Errores de comisión, tiempos de reacción (milisegundos), respuestas correctas y omisiones (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registradas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-Signal* (con estímulos emocionales) durante la evaluación post-tratamiento, así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40. **p<0.01

Tabla 9. Puntuaciones (por tipo de estímulo emocional) registradas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales durante la evaluación pre-tratamiento.

Tipo de emoción	Control			Tratamiento			Comparaciones	
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p
Tiempo de reacción:								
Alegría	682.8 (84.3)	682	392	709.5 (116.6)	717.5	469	162	.30
Enojo	684.8 (88.55)	697.5	375	711.6 (106.3)	721	448	160.5	.28
Miedo	724.3 (94.8)	715.5	375	755.2 (119.8)	771.5	442	172	.44
Neutro	679.1 (88.17)	677.5	380	726.7 (111.5)	711.5	424	147.5	.15
Errores de comisión:								
Alegría	1.35 (1.1)	1.5	4	1.2 (1.2)	1	4	182.5	.62
Enojo	1.55 (1.3)	1	4	1.15 (1.1)	1	3	167.5	.36
Miedo	1.7 (1.1)	1	5	1.35 (1.9)	0	6	135	.07
Neutro	1.2 (1.4)	1	5	1.1 (1)	1	3	198.5	.83

Tiempos de reacción (milisegundos) y errores de comisión por emoción (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registrados en la evaluación pre-tratamiento por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales, así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) N=40.

Tabla 10. Puntuaciones (por tipo de estímulo emocional) registradas por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales durante la evaluación post-tratamiento.

Tipo de emoción	Control			Tratamiento			Comparaciones		
	Media (D.E)	Mediana	Rango	Media (D.E)	Mediana	Rango	U	p	r
Tiempo de reacción:									
Alegría	686.8 (72.95)	678.5	285	761.1 (123.01)	751.5	385	133.5	.07	0.28
Enojo	685.2 (72.13)	689.5	300	773.6 (139.54)	762	473	122	.035*	0.33
Miedo	728 (68.58)	730	247	801.4 (131.68)	772.5	488	132	.06	0.29
Neutro	689.05 (68.03)	670	257	771.6 (146.1)	730.5	556	136	.08	0.27
Errores de comisión:									
Alegría	1.6 (.21)	1	8	0.55 (0.82)	0	2	133.5	.05	0.30
Enojo	1.5 (1.5)	1	5	0.40 (0.82)	0	3	102.5	.004**	0.45
Miedo	1.05 (1.14)	1	3	0.45 (0.82)	0	3	140.5	.07	0.28
Neutro	1.25 (1.40)	1	4	0.6 (0.88)	0	3	152.5	.16	0.22

Tiempos de reacción (milisegundos) y errores de comisión por emoción (medias, desviaciones estándar, medianas y rangos) registrados en la evaluación post-tratamiento por los grupos control y tratamiento en la tarea *Stop-Signal* con estímulos emocionales, así como comparaciones estadísticas entre los puntajes (U de Mann-Whitney y p) y tamaño del efecto (r de Pearson) N=40. *p<0.05**p<0.01

ANEXO 3. 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**

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE MEDITACIÓN EN EL
FUNCIONAMIENTO EJECUTIVO Y LA ACTIVIDAD EEG EN ESTADO
DE REPOSO DE JÓVENES INFRACTORES.**

CON NÚMERO DE REGISTRO : ET032017-239

RESPONSABLE: Dra. Araceli Sanz Martin

NOMBRE DEL ALUMNO: Arturo Ron Grajales

APROBADO:

RECHAZADO :

SUGERENCIAS:

RECHAZADO DEBIDO A:

8-04-19
Recibi
Arturo Ron Grajales
R. S.

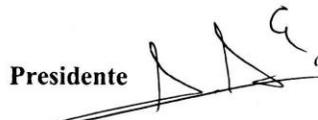
Proyecto: EFECTO DE UN PROGRAMA DE MEDITACIÓN EN EL FUNCIONAMIENTO EJECUTIVO Y LA ACTIVIDAD EEG EN ESTADO DE REPOSO DE JÓVENES INFRACTORES.

Registro : ET032017-239

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

Se emite el presente DICTAMEN el día 02 de Abril
de 2019, firmando los integrantes del Comité de Ética
del Instituto de Neurociencias.

Presidente

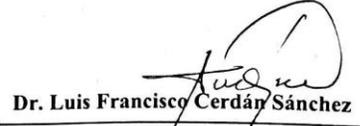

Dr. Jorge Juárez González

Secretario


Dr. Mario Treviño Villegas

Vocales:


Dr. Jacinto Bañuelos Pineda


Dr. Luis Francisco Cerdán Sánchez


Dr. Horacio Rivera Ramírez


Dra. Araceli Sanz Martín

Ccp. Comité Tutelar correspondiente.

8-04-19
Recibi
Arturo Zan Gonzales
