



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Características neuropsicológicas de la conducta de inhibición: Un acercamiento a las conductas de riesgo en una población de hombres universitarios.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

PRESENTA(N)

ARTURO YUKIO ZAMUDIO LICONA

Director: Mtro. Jorge Alberto Guzmán Cortés

Dictaminadores: Dr. Jorge Bernal Hernández

Dra. Helena Romero Romero





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I ¿Qué son las funciones ejecutivas?	4
1.1. ¿Cuáles son las funciones ejecutivas?	5
1.2 ¿Cómo es que se van desarrollando?	7
1.3 Neuroanatomía funcional de la CPF	8
1.4 Corteza prefrontal orbitofrontal (CPFOF)	11
1.5 Corteza prefrontal frontomedial (CPFM)	12
1.6 Corteza prefrontal dorsolateral (CPFDL)	13
1.7 Formas de analizar las funciones ejecutivas	14
1.8 Modelos y teorías de las FE	14
1.8.1 Modelos de sistemas simples	15
1.8.2 Modelos de un constructo único	15
1.8.3 Modelos de procesos múltiples	15
1.8.4 Modelos factoriales y control ejecutivo	15
1.8.5 Modelos de los ejes diferenciales en el control ejecutivo	15
Capítulo II Inhibición Conductual	17
2.1 Procesos de inhibición.....	18
2.1.1 Inhibición de una respuesta preponderante	18
2.1.2 Inhibición de una respuesta puesta en curso	18
2.1.3 Inhibición de interferencias	19
2.1.4 Inhibición cognoscitiva.....	19
2.1.5 Inhibición motivacional	19
2.1.6 Inhibición motora	19
2.2 Neuroanatomía funcional de la inhibición conductual	20
2.3 Desarrollo ontogenético de la inhibición conductual	22
2.4 Modelos teóricos sobre la inhibición	22

2.5 Pruebas para evaluar la inhibición conductual	24
2.5.1 Las pruebas <i>Stroop</i>	24
2.5.1.1 Condición neutra	24
2.5.1.2 Condición conflictiva	24
2.5.2 Pruebas de ejecución continua (CPT)	25
2.5.2.1 Las pruebas <i>Go/No-Go</i>	25
2.5.2.2 Paradigma <i>Stop</i>	25
2.6 Conclusiones del capítulo.....	26
Capítulo III Toma de Decisiones	28
3.1.1 Acceso y formación de preferencias	30
3.1.2 Selección y ejecución de la acción	30
3.1.3 Evaluación del resultado, la experiencia	30
3.1.4 Procesos heurísticos	30
3.1.5 Procesos analíticos	31
3.1.6 Toma de decisiones sin conciencia	32
3.1.7 Toma de decisiones con conciencia parcial	32
3.1.8 Toma de decisiones con conciencia total	32
3.2 El papel del contexto en la toma de decisiones	32
3.2.1 Principio de combinación	33
3.2.2 Simplificación	33
3.2.3 Cancelación	33
3.2.4 Segregación	33
3.2.5 El principio de concreción	34
3.2.6 El contraste de los antecedentes	34
3.3 El papel de las emociones en la toma de decisiones	34
3.4 Hipótesis del marcador somático.....	35
3.5 Neuroanatomía de la toma de decisiones	36
3.5.1 Corteza prefrontal dorsolateral.....	36
3.5.2 Corteza prefrontal medial	37

3.5.3 Corteza prefrontal ventromedial.....	37
3.5.4 Corteza prefrontal orbitofrontal	38
3.5.5 Amígdala.....	39
3.5.6 Corteza del cíngulo anterior	40
3.5.7 Otras estructuras que participan en la toma de decisiones.....	40
3.6 <i>Iowa Gambling Task</i>	40
3.6.1 Interpretación de la ejecución	42
3.7 Conclusión del capítulo	43
IV. Metodología	45
4.1 Justificación	45
4.2 Planteamiento del problema	45
4.3 Objetivo	47
4.4 Definición de variables	48
4.5 Tipo de estudio.....	48
4.6 Diseño del estudio.....	48
4.7 Relevancia e impacto del anteproyecto en el área de estudio	49
4.8 Participantes.....	49
4.9 Criterios de inclusión.....	49
4.10 Tareas	50
4.10.1 Prueba <i>Iowa gambling task</i> (IGT).....	50
4.10.2 Paradigma <i>Stop Signal</i>	51
4.10.3 Tarea <i>Stroop</i>	53
4.11 Procedimiento.....	54
4.12 Materiales	54
4.13 Escenario	54
V. Resultados	54

5.1 Análisis estadístico	54
VI. Discusión.....	60
VII. Conclusiones	66
VIII. Futuras investigaciones.....	67
IX. Epilogo.....	67
Bibliografía.....	69

“En vísperas de un nuevo año sería muy grato decirles que todo será fácil; desgraciadamente no es así”.

-Salvador Allende

INTRODUCCIÓN

El año 2012 se promulgo como el año internacional del cerebro (Rivadulla, 2012), reafirmando la importancia que tiene el estudio e investigación de este órgano para la ciencia y la humanidad en general, dado que este órgano posee un sin número de funciones que son indispensables para un sinfín de otras operaciones.

En general, se ha dividido al cerebro en cuatro lóbulos (Fig. 1): frontal, temporal, occipital y parietal; estas estructuras se presentan en pares, los cuales están distribuidos en los dos hemisferios (izquierdo y derecho), cada uno de estos lóbulos tiene una especialidad funcional, la cual en términos generales la podemos describir de la siguiente forma:

- El lóbulo temporal, se dedica principalmente a operaciones relacionadas al procesamiento auditivo, así como la memoria verbal y visual.
- El lóbulo occipital, está especializado en lo referente a la interpretación de lo que observamos (procesamiento visual).
- El lóbulo parietal, se dedica principalmente al procesamiento de la información somato sensitiva.
- El lóbulo frontal, el cual en el pasado se pensaba que no tenían algún uso, que era inservible (zona muda), pero a partir de casos concretos y un sin número de investigaciones, se ha observado que esta parte del cerebro contiene un gran número de funciones específicas que regulan el comportamiento y la conducta voluntaria (Damasio, 2007).

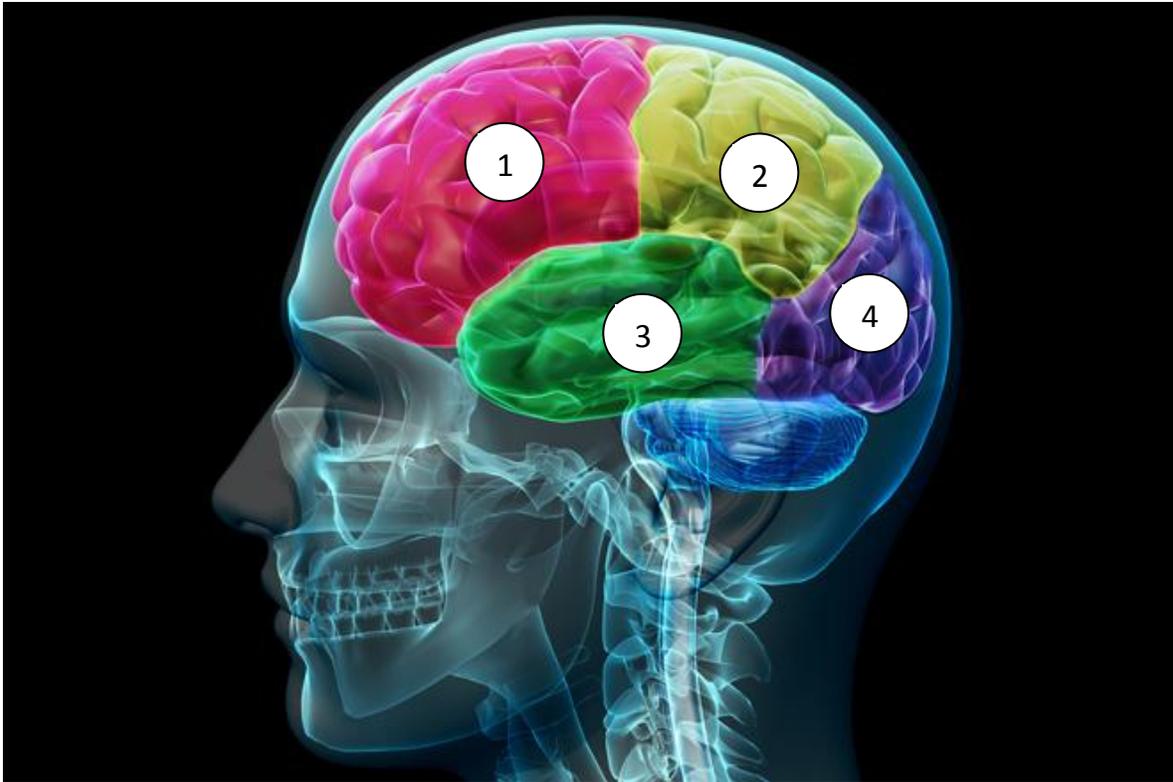


Fig. 1 Corteza Cerebral (lóbulo frontal número uno, lóbulo parietal número dos, lóbulo temporal número tres, lóbulo occipital número cuatro [imagen de los lóbulos cerebrales] Recuperado de <http://falconvoy.blogspot.mx/2013/04/cerebro.html>).

Este último lóbulo (el frontal) es filogenéticamente y ontogenéticamente más reciente en el ser humano, este sustrato neuroanatómico es el que nos da la cualidad de humanos y que nos permite diferenciarnos de los animales, ya que dentro de esta región se realizan los procesamientos cognoscitivos más complejos (Lozano y Ostrosky, 2011). Conocidos como Funciones Ejecutivas las cuales son las operaciones de mayor jerarquía funcional y son una serie de habilidades cognitivas que están interrelacionadas y que son interdependientes (Tirapu-Ustárrroz y Muñoz-Céspedes, 2002; Lozano y Ostrosky, 2011). Las cuales están implicadas en los niveles más elevados de monitorización y control del procesamiento de la información (Periáñez y Barceló, 2004; Verdejo-García y Bechara, 2010). Asimismo, esta región cerebral es de gran complejidad anatómica y funcional, ya que tiene múltiples conexiones con varias regiones tanto subcorticales como corticales (Ruiz, Muñoz y Tirapu, 2001), todas estas funciones se observan en la vida diaria aunque no de forma específica o evidente.

Dentro de las funciones específicas del cerebro hay dos que son de suma importancia: la inhibición conductual y la toma de decisiones, las cuales, permiten a cualquier sujeto realizar una serie de acciones de acuerdo a sus necesidades y a las del contexto, pero ¿en qué forma se influyen estas dos funciones y en qué grado depende una de otra?

En particular, el presente trabajo hará énfasis en estas dos funciones ejecutivas (inhibición conductual y toma de decisiones), tratando de señalar qué son, para qué sirven, cuáles son sus sustratos neuroanatómicos y asimismo, se buscará responder a las siguientes cuestiones: ¿existirá alguna correlación entre la toma de decisiones de riesgo y dos medidas diferentes de inhibición conductual? y ¿Estos dos procesos podemos considerarlos como funciones independientes o se trata de un continuo, es decir se influyen de manera íntima?.

Esperando encontrar en un primer lugar una correlación entre ambos procesos (inhibición y toma de decisiones), asimismo a través de la revisión teórica, se buscará conocer el estado del arte en relación a esta temática desde la perspectiva de las neurociencias cognoscitivas. De igual manera se buscará dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿La toma de decisiones de riesgo evaluada a partir del Iowa Gambling Task estará relacionada con las dos medidas de inhibición?

“Los hombres deberían saber que del cerebro y nada más que del cerebro vienen las alegrías, el placer, la risa, el ocio, las penas, el dolor, el abatimiento y las lamentaciones”.

-Hipócrates de Cos

¿QUÉ SON LAS FUNCIONES EJECUTIVAS?

Antes de entrar en lo que sería la definición o conceptualización de lo que se entiende como funciones ejecutivas en la actualidad, es necesario identificar y reconocer que el concepto ha tenido una serie de vicisitudes, las cuales se han ido construyendo conforme al estudio meticuloso que han realizado los profesionales y expertos en la materia. Por mencionar un ejemplo, podemos señalar las aportaciones realizadas por Luria (Fig. 2), el cual se centró principalmente en el papel de la corteza cerebral y su funcionamiento (Coelho, Fernández, Ribeiro y Perea, 2006), Luria conceptualizó que las funciones cerebrales son aquellos comportamientos que están regulados y que están dirigidos a una meta de forma intencionada, describiendo de manera detallada el funcionamiento de los lóbulos frontales y su papel en la conducta voluntaria (Tirapu-Ustárróz y Muñoz-Céspedes, 2002; Bausela, 2005), sin embargo, en sus escritos nunca utilizó el concepto de Funciones Ejecutivas (FE).

Este concepto fue introducido por Lezak (1982) (Fig. 3) el cual lo definió de la siguiente manera: “las Funciones Ejecutivas (FE) comprenden las capacidades mentales necesarias para formular metas, planificar la manera de lograrlas y llevar adelante ese plan de manera eficaz” (Lezak, 1982 en Bausela, 2005).



Figura 2 Alexander Luria Recuperado de <http://www.igs.net/~cmorris/luria.html>



Figura 3 Muriel Lezak. Recuperado de <http://alumniandfriends.uchicago.edu>

Ahora bien, Actualmente se entiende que las Funciones Ejecutivas (FE) son una serie de habilidades cognitivas, emocionales, motivacionales y conductuales (Ardila y Ostrosky-Solís, 2008; Trujillo y Pineda, 2008), que están interrelacionadas y que son interdependientes (Tirapu-Ustárrroz y Muñoz-Céspedes, 2002; Lozano y Ostrosky, 2011). De igual manera, implican los niveles más elevados de monitorización y control del procesamiento de la información (Periáñez y Barceló, 2004; Verdejo-García y Bechara, 2010).

Dichas Funciones, se van estructurando a través de las diferentes etapas del desarrollo, edades y momentos críticos, ya que estas están sumamente influidas por el lenguaje, el ambiente y los cambios experimentados por el individuo (Rebollo y Montiel, 2006; Trujillo y Pineda, 2008; Verdejo-García y Bechara, 2010; Pérez, Bittencout y Flores, 2011).

Acorde a lo señalado por Rebollo y Montiel (2006); Periáñez y Barceló (2004); Verdejo-García y Bechara (2010), su principal objetivo es ajustar al organismo a las normas sociales, a la vez que permite al sujeto adaptarse a situaciones novedosas, generando así nuevos patrones de conductas conscientes e intencionadas (Bausela, 2005) a partir de la información externa recibida (Trujillo y Pineda 2008), de tal forma que las acciones que realice el individuo estén dirigidas a maximizar las consecuencias sociales teniendo en cuenta las alternativas inmediatas y demoradas de forma simultánea (Bausela, 2005; Servera-Barceló, 2005).

Por lo cual, se considera que estas FE son redes dinámicas y flexibles (Ardila y Ostrosky, 2008), considerando así que cada componente del funcionamiento ejecutivo se añade al conjunto de procesos cognoscitivos de forma jerárquica y especializada (Trujillo y Pineda, 2008) y que a la vez requiere de la coordinación de varios subprocesos para lograr un objetivo particular (Elliott 2003, en Ardila y Ostrosky-Solís, 2008).

Tirapu-Ustárrroz y Muñoz-Céspedes (2002) comentan que aunque hay un acuerdo en que el término FE se refiere principalmente al control cognoscitivo y a la regulación de la

conducta en sus diversas manifestaciones, también se ha empleado para describir un amplio abanico de procesos cognoscitivos y que a la vez es un constructo teórico no suficientemente validado, ya que cada autor sesga el concepto hacia su propia necesidad o punto de partida, por lo cual, estos autores consideran al término sumamente genérico, pero que a la vez abre un abanico de posibilidades novedosas en las futuras investigaciones.

Estos procesos dependen en gran medida de la maduración de la Corteza Prefrontal (CPF), debido a que las diversas regiones de esta corteza presentan ritmos y características de desarrollo ontológicamente distintos. Dando a entender que las redes neuronales soportan de manera cualitativamente diferente a las diversas capacidades, procesos y habilidades que se presentan durante el desarrollo (Pérez, Bittencout y Flores, 2011) asimismo el desarrollo de las FE en la CPF dependen de la naturaleza de la tarea cognoscitiva, la familiaridad con la tarea, el entrenamiento previo y el nivel académico que el individuo posea, de las demandas de la tarea o si esta compite con otras tareas que se presentan simultáneamente (Trujillo y Pineda, 2008).

1.1 ¿Cuáles son las funciones ejecutivas?

En general podemos mencionar que algunas de las funciones ejecutivas son las siguientes: la solución de problemas, la formación de conceptos abstractos, la planeación, mantenimiento de un contexto, flexibilidad, planeación estratégica, la habilidad de anticipar, la memoria de trabajo, selectividad (filtrar información irrelevante), conductas dirigidas a un objetivo, anticipación de consecuencias, flexibilidad mental (Ardila y Ostrosky-Solís, 2008), iniciación de la actividad, autoregulación, control de la atención, uso de la retroalimentación, inhibición (Periáñez y Barceló, 2004; Lozano y Ostrosky, 2011) entre otras.

1.2 ¿Cómo es que se van desarrollando?

En lo referente al desarrollo de las funciones ejecutivas debemos de tener en cuenta que éstas van de la mano del desarrollo de la corteza frontal (Periáñez y Barceló, 2004) y

específicamente de la corteza prefrontal del cerebro (Fig. 4 y 5) (Ardila y Ostrosky-Solís, 2008; García, et al., 2009), ya que gracias a su estudio se podrá identificar las características generales del desarrollo normal y por ende nos ayudaría a detectar y prevenir las alteraciones que se puedan presentar en cualquier individuo (Lozano y Ostrosky, 2011).

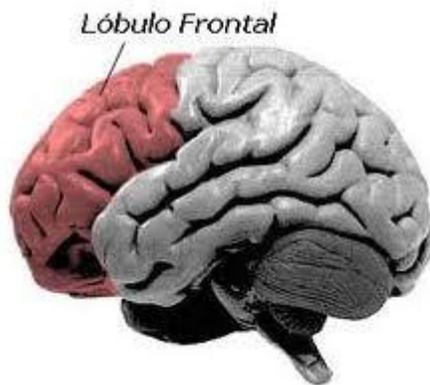


Fig. 4 Corteza Frontal. Recuperado de <http://neureality.blogspot.mx>,

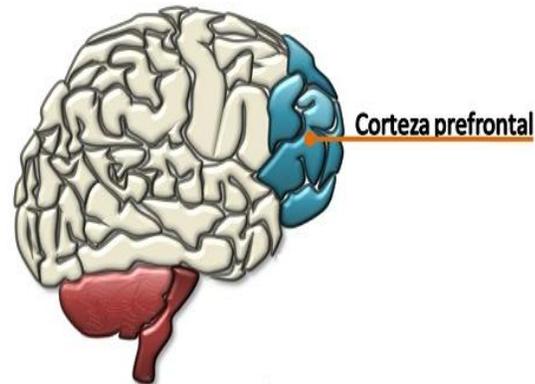


Fig. 5 Corteza Prefrontal. Recuperado de <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion>

Anteriormente, se consideraba que la corteza frontal no era funcional en los primeros años de vida del individuo (zona muda), pero, actualmente esta concepción está en los registros de la historia de la neuropsicología, ya que se ha encontrado evidencia de que este sustrato neuroanatómico es funcional (aunque de una manera incipiente) desde los primeros meses de vida de cualquier individuo (García, et al., 2009), de tal forma que podemos ver que el desarrollo cognoscitivo se va puliendo conforme a la edad, así un niño de diez años presenta casi perfectamente la habilidad de inhibir, a los doce años puede presentar una organización cognoscitiva muy similar a la de un adulto, pero su desarrollo completo se encuentra alrededor de los dieciséis años (Bausela, 2005), no obstante se maneja que esta capacidad ejecutiva se logra en la adolescencia y principalmente en la segunda década de vida de los individuos (García et al., 2009; Gómez, Ostrosky-Solís y Próspero, 2003) aunque, esto es debido a que los procesos de maduración de la CPF maximizan la capacidad la competencia ejecutiva; sin embargo, no sólo la maduración de la CPF permite el desarrollo de las FE, sino también la maduración de otras regiones y las amplias conexiones existentes entre los diversos sustratos neuroanatómicos, la arborización

dendrítica y el lento proceso de mielinización de la CPF son algunos de los procesos fisiológicos que permiten este amplio desarrollo (Bausela, 2005; García et al., 2009).

1.3 Neuroanatomía funcional de la CPF

Gracias a la maduración cerebral podemos observar un desarrollo gradual (de niño a adulto). La última etapa de este desarrollo, se caracteriza por una mayor eficiencia en la realización de tareas cognitivas (Gómez, Ostrosky-Solís y Próspero, 2003), esto es debido a que la mielinización del cerebro sigue un proceso ascendente (que va de las estructuras inferiores a las superiores) (ver Fig. 6), de esta forma podemos deducir, que el hombre primero desarrolla áreas de proyección como son: el oído y la vista y después o en forma paulatina las zonas de asociación (Bausela, 2005; García, et al., 2009), por ende entendemos que la última zona de la corteza que tarda en mielinizarse es la corteza frontal (Gómez, Ostrosky-Solís y Próspero, 2003; García, et al., 2009).

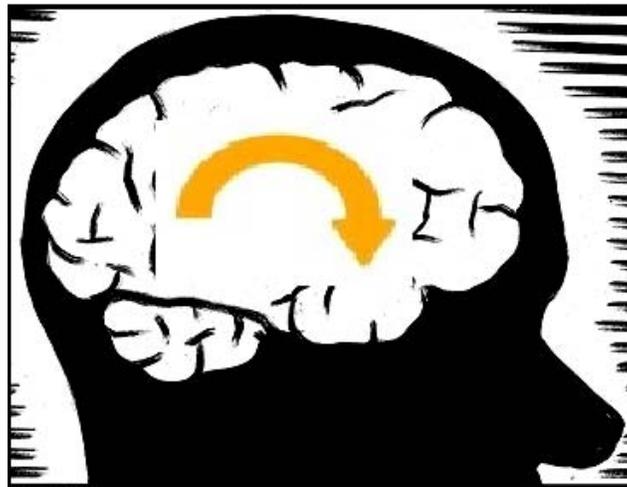


Fig. 6 Proceso de mielinización (caudo cefálico). Recuperado de http://comps.canstockphoto.com/can-stock-photo_csp5294643.jpg

En general, podemos considerar que la corteza frontal es uno de los sustratos más novedosos filogenéticamente hablando, ya que sólo la especie humana y algunos mamíferos superiores la presentan. Adicionalmente este sustrato contiene una de las estructuras de mayor importancia, la cual se denomina como Corteza Prefrontal (CPF) (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008) que ontológicamente es una de las últimas regiones cerebrales en desarrollarse (Tirapu-Ustárroz y Muñoz-Céspedes, 2002; Bausela, 2005) y la cual puede

estar influida por un sinnúmero de factores que pueden fomentar su desarrollo como: la experiencia personal del sujeto, la influencia del medio en donde este se desenvuelve o la mielinización entre otros factores adicionales o en su defecto puede inhibir su desarrollo como sería: un trauma craneo-encefálico, la exposición a neurotóxicos o por estresores ambientales, estos tres últimos pueden producir modificaciones drásticas en la conducta, en los estados anímicos e incluso en los pensamientos y las conductas sociales (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008).

Este sustrato juega un papel clave en lo referente al control, integración y monitoreo tanto de las Funciones Ejecutivas así como de otras estructuras cerebrales (Verdejo-García y Bechara, 2010), ya que en él se localizan un sinnúmero de conexiones aferentes y eferentes, hacia estructuras corticales como subcorticales, con el fin de controlar los impulsos de otras estructuras cerebrales (específicamente del sistema límbico) para que se emitan conductas socialmente aceptables (Rebollo y Montiel, 2006; Ardila y Ostrosky-Solís, 2008; Trujillo y Pineda, 2008; García, et al., 2009), así como para influir en el inicio y la regulación de los movimientos (Lozano y Ostrosky, 2011).

Esta corteza de asociación frontal (García, et al., 2009) se localiza básicamente en las superficies lateral, medial e inferior del lóbulo frontal, esta corteza se divide en tres grandes segmentos que son: corteza motora, corteza premotora y corteza prefrontal (Fig. 7) (Ruiz, Muñoz y Tirapu, 2001; Sánchez-Navarro y Román, 2004) este último se subdivide en tres regiones que son: Corteza Prefrontal DorsoLateral (CPF DL), Corteza Prefrontal Medial (CPF M), Corteza Prefrontal OrbitoFrontal (CPF OF) (Fig. 8). Estas tres divisiones y la corteza frontal ocupan alrededor de un tercio de la superficie cerebral total (Verdejo-García y Bechara, 2010). Por lo cual, podemos deducir que mantienen interconexiones entre sí y con el núcleo del tálamo anterior, dorsal (García, et al., 2009; Lozano y Ostrosky, 2011) y con el cíngulo anterior (Trujillo y Pineda, 2008), hay que recordar que a pesar de que están divididas en regiones, éstas no trabajan de manera aislada, sino que contribuyen de manera específica a ciertos procesos, pero requieren de la participación de distintas áreas corticales y subcorticales para responder de forma coordinada a los diversos problemas a los que se enfrentan los individuos en su medio (Tirapu-Ustárrroz, et al., 2008; Verdejo-García y Bechara, 2010).

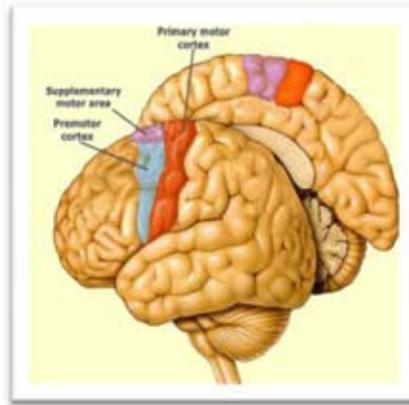


Fig. 7 corteza motor, corteza premotor y corteza prefrontal. Recuperado de <http://psiquiatriasatelite.mex.tl/imagesnew/8/9/1/3/7/area%20premotor.jpg>

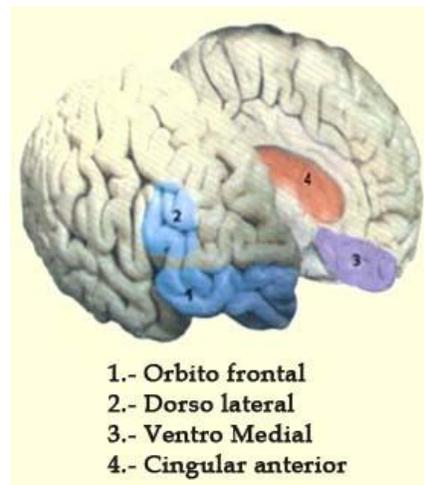


Fig. 8 Corteza Prefrontal Dorsolateral, Corteza prefrontal medial, Corteza prefrontal orbitofrontal y Cingulo Anterior. Recuperado de https://lh5.googleusercontent.com/zGbBxo2guPNCuPOB_oaoOS6kU6Qs8dKAVHz7JVIN

1.4 Corteza Prefrontal orbitofrontal (CPFOF)

Se ha apreciado que la corteza prefrontal orbitofrontal (ver Fig. 9) se mieliniza antes que la corteza prefrontal dorsolateral (Gómez, Ostrosky-Solís y Próspero, 2003) y a la vez se considera una extensión del sistema límbico, ya que tiene una amplia conexión con la amígdala y el hipotálamo (Ardila y Ostrosky-Sólis, 2008). De tal forma que la corteza CPFOF está sumamente relacionada con los aspectos afectivos y motivacionales de las funciones ejecutivas y a la vez de las conductas sociales (Tirapu et al., 2008a; Gordillo,

Arana, Salvador, y Mestas, 2011), ya que se considera como un mecanismo que influye en las funciones autónomas y endocrinas para regular la conducta emocional (Trujillo Pineda, 2008; Lozano y Ostrosky, 2011). En su taxonomía funcional, se considera que su región ventromedial está relacionada con la detección de condiciones de riesgo (Damasio, 2007), la región lateral corresponde al procesamiento de los matices negativos/positivos de las emociones (Lozano y Ostrosky, 2011), y su región medial está relacionada con la inhibición de conductas (Rebollo y Montiel, 2006), así mismo se considera que presenta otras operaciones como son: la interpretación de escenarios de acción, toma de decisiones, interpretación de la intención de los otros y autorregulación del comportamiento (Trujillo y Pineda, 2008), por último hay que mencionar que también trabaja de forma paralela con la corteza dorsolateral en la regulación de los estados afectivos (Rebollo y Montiel, 2006), para presentar conductas socialmente establecidas (García, et al., 2009). Por todo esto se ha optado por llamar a estas operaciones como: funciones ejecutivas calientes (*hot*) (Trujillo y Pineda, 2008).

Por otra parte, podemos observar que aquellos que muestran alguna lesión focal en este sustrato presentan problemas en lo referente a la adaptación y aprendizaje de cambios en la relación estímulo-respuesta, de tal forma que estos sujetos presentan mayores dificultades en la adaptación de diversos contextos sociales cotidianos (Lozano y Ostrosky, 2011), asimismo, se ha observado que aquellos que presentan alguna lesión en la región medial de esta corteza pueden presentar alguna alteración en los diversos mecanismos de inhibición de la conducta, permitiendo la presencia de conductas impulsivas y socialmente inadecuadas (Rebollo y Montiel, 2006).

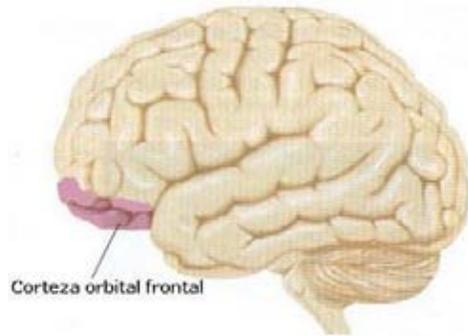


Fig. 9. Corteza Orbitofrontal. Recuperado de http://3.bp.blogspot.com/-nyipave7e7U/UF3KX2RyftI/AAAAAAAAABdM/w6R9dtEYaJY/s400/Corteza_Orbitof

1.5 Corteza prefrontal frontomedial (CPFM)

Por su parte la corteza prefrontal frontomedial (Fig. 10) al igual que la corteza orbitofrontal recibe aferencias del hipocampo, el sistema límbico, así como de la amígdala y el hipotálamo, por lo cual, las tareas que se asocian a este sustrato son: la inhibición de respuestas, regulación de estados de la atención, regulación de la conducta y regulación de la motivación, su región más anterior está involucrada en los procesos de mentalización y cuando trabaja con el cíngulo anterior de forma integral participan en la detección de errores solución de conflictos (Lozano y Ostrosky, 2011).

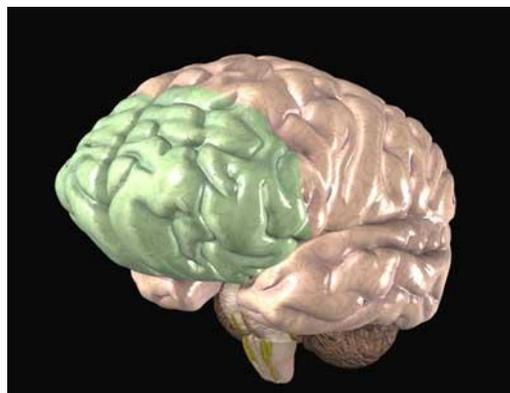


Fig. 10. Corteza FrontoMedial. Recuperado de http://1.bp.blogspot.com/--BhFmZnYr4o/TYZuyLWsOiI/AAAAAAAAAB0g/F4_2XzAtQN4/s400/prefrontal_cortex.j

1.6 Corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL)

En lo referente a la corteza prefrontal dorsolateral (Fig. 11) encontramos que es la más grande de las tres divisiones anteriormente mencionadas y es el más reciente filogenéticamente hablando de tal forma que se considera exclusiva del ser humano (Lozano y Ostrosky, 2011), dentro de este sustrato se encuentran las funciones ejecutivas (o funciones metacognitivas) de más alto nivel (Rebollo y Montiel, 2006).

Esta corteza es un área de asociación intermodal (García, et al., 2009) y es la última en ser mielinizada (Gómez, Ostrosky y Próspero, 2003), dentro de este sustrato se encuentran los procesos de mayor jerarquía cognoscitiva como son: la metacognición, la cognición social, la conciencia del yo y el autoconocimiento (Lozano y Ostrosky, 2011), y a la vez esta corteza recibe apoyo de otras regiones cerebrales como el cíngulo anterior en tareas tales como: estableciendo metas, diseñando y programación de planes, el inicio de actividades, monitorización de las tareas, selección de comportamientos precisos, flexibilidad de trabajo cognoscitivo, organización de respuesta eficaces considerando los factores tiempo y espacio en la resolución de problemas y control inhibitorio de tipo *go/no-go* (Trujillo y Pineda, 2008) a la vez tanto la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza prefrontal orbitofrontal (Rebollo y Montiel, 2006), el cíngulo anterior, el hipocampo, y las áreas asociativas de la corteza occipital, parietal y temporal están involucradas con las emociones; y trabaja a la par con el tallo cerebral para operaciones en donde se tiene que enfrentar a la incertidumbre (Lozano y Ostrosky, 2011).

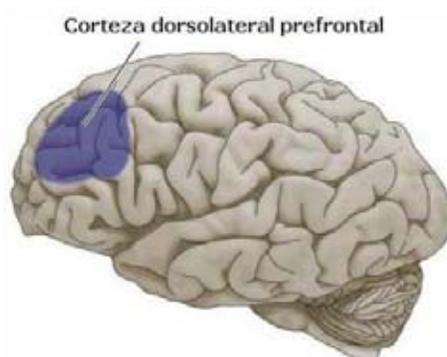


Fig. 11. Corteza DorsoLateral. Recuperado de http://antroporama.net/wp-content/uploads/2013/06/Corteza_dorsolateral_prefrontal.jpg

1.7 Formas de analizar las funciones ejecutivas

Para poder analizar las diversas FE se ha utilizado un sinfín de métodos y técnicas experimentales que van desde la resolución de problemas hasta inhibición de respuestas, de tal forma que se pueda registrar de forma simultánea la actividad cerebral ya sea por medio de medidas electrofisiológicas o por el nivel de activación regional del cerebro (métodos de neuroimagen), en estas pruebas se necesita de la aplicación de ciertas habilidades para resolverlas. Otra forma de analizar las FE, es a partir del estudio de pacientes con lesiones cerebrales los cuales nos permiten encontrar diferencias funcionales entre los diversos sistemas cerebrales siendo este último el método tradicional de la neuropsicología clásica (Ardila y Ostrosky-Solís, 2008), y a la par de éstas se encuentra el método de las pruebas neuropsicológicas especializadas las cuales se utilizan tanto con sujetos sanos como con aquellos que presentan algún problema en específico, con el fin de identificar las regiones de la corteza cerebral implicadas en la realización de las tareas (Tirapu-Ustárrroz, et al., 2008).

1.8 Modelos y Teorías actuales de las FE

Como se ha mencionado anteriormente, la investigación de las funciones ejecutivas y la neuroanatomía funcional de esta región cerebral, ésta aún en proceso de desarrollo y por ende, no sólo se sigue un camino recto en su definición, en sus alcances y principalmente en sus bases teóricas, asimismo, la cuestión de ¿Qué son las funciones ejecutivas? no ha sido del todo esclarecida. Este conflicto radica en que cada investigador parte desde una postura o modelo teórico que se ajusta a su visión del funcionamiento del cerebro, por lo cual, se mencionará brevemente algunos modelos que a nuestro parecer son los más importantes, sin embargo, aquel que desee ahondar un poco más sobre el tema puede revisar el material de Tirapu et al., (2008, a.b). En general estos autores subdividen los modelos en:

- **1.8.1 Modelos de sistemas simples**, en donde se propone un especial interés en el contexto principalmente a toda la información que este ofrece y como se pueden comprender las alteraciones de las funciones ejecutivas, proponiendo que los

diversos procesos cognoscitivos parten de un único mecanismo que opera bajo diversas condiciones.

- **1.8.2 Modelos de un constructo único**, en donde los investigadores se basan principalmente en una función o constructo cognoscitivo, para explicar la función de la corteza frontal.
- **1.8.3 Modelos de procesos múltiples**, en este caso se considera que la CPF es aquella que mantiene el control ejecutivo, desempeñándose como el aquel que específicamente dirige las acciones hacia señales preferentes y promueve las respuestas adecuadas a la exigencias del contexto.
- **1.8.4 Modelos factoriales y control ejecutivo**, en estos modelos se intenta identificar los componentes ejecutivos a partir del rendimiento del participante ante ciertas tareas, claro está que no se puede identificar totalmente independiente de los otros.
- **1.8.5 Modelos de los ejes diferenciales en el control ejecutivo**, en estos modelos se toma la postura que la corteza prefrontal lateral (CPFL) está organizada como una cascada de representaciones que se extienden desde la corteza premotora hasta las regiones más anteriores de la CPFL, dejando ver que los procesos van desde lo más elemental los cuales se van coordinando en los diferentes niveles de control que van desde lo sensorial, lo contextual, lo episódico hasta la integración ("branching"). Así mismo se considera, que lo medial-lateral, sirve para tomar en cuenta las expectativas internas del sujeto a partir de las contingencias ambientales.

En conclusión a partir de este breve capítulo, podemos identificar a grandes rasgos qué son las funciones ejecutivas, cuáles son los sustratos neuroanatómicos, como están correlacionados con algunas tareas específicas, y como estas funciones y sustratos se van desarrollando conforme a la edad, por ultimo comentamos la forma en que se evalúan, las teorías y modelos de investigación que se están gestando para poder aumentar tanto el acervo de conocimientos generales como específicos de las funciones ejecutivas.

Ahora bien, de todas estas funciones ejecutivas que se mencionaron, las que se abordaran en este trabajo, son tanto la inhibición conductual como la toma de decisiones, las cuales, son ejes vectores de un sinnúmero de investigaciones (Strik, Fallgatter, Brandeis y Pascual-Marqui, 1998; Durston, et al., 2002; Servera-Barcelo, 2005; Bausela y Santos, 2006; Jonkman, 2006; Bryce, Szücs, Soltész y Whitebread, 2011;), que han dejado un cuerpo teórico-práctico-metodológico y que nos han permitido identificar múltiples alteraciones en las mismas. Así mismo se observará, como estos dos constructos se interrelacionan en diversas situaciones y contextos.

Todas las pasiones son buenas cuando uno es dueño de ellas, y todas son malas cuando nos esclavizan
-Jacques Rousseau

CAPÍTULO II INHIBICIÓN CONDUCTUAL

La inhibición conductual es un constructo que tiene más de una definición y de hecho, es un término que muda de significado según los autores y la postura teórica en la que se retoma, de tal forma que podemos dividir la inhibición conductual en dos grandes apartados como lo señala Aron (2007) que son: la inhibición automática y la inhibición voluntaria (Aron, 2007). adicionalmente a esto podemos agregar la investigación de Guerra, Martín y Arnaiz (2011), los cuales han encontrado que el concepto, las investigaciones y los métodos de evaluación han sido principalmente diversos, dejando ver que hace falta una conceptualización general o por lo menos un concepto propio de cada una de las disciplinas que lo investigan (especialmente dentro de la psicología), sin embargo, y para no caer en una serie de definiciones que a veces pueden caer en contradicciones o pueda llegar a ser vagas nos centraremos en lo referente a la inhibición ejecutiva desde la perspectiva de las neurociencias cognoscitivas.

Por lo cual, podemos conceptualizar a la inhibición como: una función ejecutiva la cual sirve para restringir, remitir, demorar, aplazar o suprimir una respuesta dominante o automatizada de tipo motora, afectiva, cognitiva y/o conductual (Nigg, 2001; Aron, 2007; Toplak, Sorge, Benoit, West y Stanovich, 2010; Bryce, et al., 2011; Lozano y Ostrosky, 2011; Lozano y Ostrosky, 2012;), para permitir que el sujeto mantenga la atención centrada en la meta (Del Missier, Mäntylä, y Bruine de Bruin, 2010).

La demora permite al sujeto retrasar las consecuencias de la conducta, y a la vez le permite modificar la respuesta dominante por otra respuesta adecuada al contexto en el que se encuentra (Nigg, 2001), esto principalmente se realiza a partir del conflicto temporal que se presenta entre lo inmediato y las consecuencias futuras de dicha conducta (Barkley, 1997). A partir del filtrado de la información irrelevante y modificando el repertorio cognoscitivo del sujeto (Gómez, Ostrosky y Próspero, 2003; Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008) para lograr una meta posteriormente, evaluando la motivación que se presenta en el contexto (Nigg, 2001; Goghari y MacDonald, 2009).

Todo esto es esencial para la perfecta ejecución de las FE, destacando que esta función ejecutiva depende de otras más como son: la memoria de trabajo, la autorregulación, el habla interna y la reconstitución (análisis y síntesis) (Romero, 2011).

Según declara Barkley (1997) las consecuencias (positivas o negativas) en sí no juegan un papel activo, dado que éstas todavía no se presentan de forma inmediata, sin embargo, cuando el organismo está condicionado al castigo de alguna forma, este castigo puede ser un determinante para presentar un procedo de inhibición conductual, dando como resultado la reducción inmediata de la recompensa disponible o un incremento en la aversión a las consecuencias en el contexto inmediato.

2.1 Procesos de inhibición

Para que el proceso de inhibición conductual este correctamente aplicado, se necesita tener una serie de operaciones que permitan llegar a una meta (Goghari y MacDonald, 2009), en general se consideran tres tipos de operaciones que están interrelacionadas y que son (Barkley, 1997; Servera-Barceló, 2005; Goghari y MacDonald, 2009; Toplak, Sorge, Benoit, West y Stanovich, 2010; Romero, 2011):

- **2.1.1 Inhibición de una respuesta preponderante (incompatibilidad del estímulo con la respuesta):** Se entiende como la supresión una respuesta automática por una respuesta adecuada al contexto o a la prueba, para poderla evaluar en el laboratorio normalmente se utiliza el paradigma Stroop, la cual se describe más adelante.
- **2.1.2 Inhibición de una respuesta puesta en curso (o inhibición de una respuesta habitual):** en donde se toma la decisión de retrasar la respuesta en pos de obtener un mayor beneficio o evitar las consecuencias negativas al presentar estas conductas, en este punto resalta el comentario que hace Servera-Barceló (2005:362), al comentar que “la situación paradigmática se da en el conflicto de valencias entre una situación que provee inmediatamente de un determinado tipo y cantidad de refuerzo, frente a otra que lo hará incluso en mayor medida, pero a medio o largo plazo”, este tipo de inhibición se evalúa a través de pruebas de ejecución continua

([PEC], en inglés Continuum Performing Task [CPT]) que incluyen tareas como la *Go/No Go* y la *Go/Go* este tipo de tareas se describirán más adelante.

- **2.1.3 Inhibición de interferencias (control de interferencias):** este tipo de inhibición se entiende como la capacidad de omitir cualquier estímulo o serie de estímulos (estos estímulos pueden ser desde ambientales hasta internos [interoceptivos]) que compiten con la demora de tiempo y la(s) respuesta(s) autodirigida(s).

De la misma forma la inhibición se presenta en otros subtipos de inhibición que son a saber (Nigg, 2001; Aron, 2007):

- **2.1.4 Inhibición cognoscitiva:** se entiende como la supresión de los componentes cognoscitivos previos al proceso, de tal forma que se intenta reducir las acciones irrelevantes o una atención difuminada, resistiendo la interferencia de otros procesos.
- **2.1.5 Inhibición motivacional:** entendiéndola como la supresión de cualquier respuesta (entiéndase como conductual y/o cognoscitiva), debido principalmente a la generación de respuestas emotivas (por ejemplo: ansiedad, incertidumbre o temor) debido a la presencia de algún estímulo novedoso o evento inesperado (señales de peligro o castigo inminente).
- **2.1.6 Inhibición motora:** es el control que tenemos para resistir y demorar una gratificación ya sea un movimiento o un impulso.

2.2 Neuroanatomía funcional de la inhibición conductual

Si prestamos especial atención al capítulo de FE y su neuroanatomía funcional, podemos recordar que el proceso de maduración del Sistema Nervioso Central (SNC) no es igual en todos sus sustratos, asimismo debemos considerar que los niños no presentaran una velocidad de reacción, de ejecución y de exactitud tan amplia como un adulto así como activación neuronal que tiene éste último (Durston, et al., 2002), esto es debido a que el

SNC del niño no presenta la maduración suficiente como la de un adulto y además de que los niños carecen de estrategias de respuesta eficientes por la falta de experiencia, la cual, les permite generar un mayor control de su propia conducta (Lozano y Ostrosky, 2012).

Entrando directamente a la neuroanatomía funcional de la inhibición conductual, destacamos que en primer lugar los sustratos asociados a esta operación son: la corteza orbitofrontal, la frontomedial y la corteza del cíngulo anterior (Fig. 12) (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008; Gordillo, Arana, Salvador, y Mestas, 2011; Lozano y Ostrosky, 2011; Lozano y Ostrosky, 2012), aunque Goghari y MacDonald (2009) comentan que tanto en las operaciones de selección de respuestas, la inhibición conductual y otras formas de control ejecutivo presentan la activación de los sustratos de la CPFVM, el cíngulo anterior y de la CPFDL de forma bilateral (Fig.13).

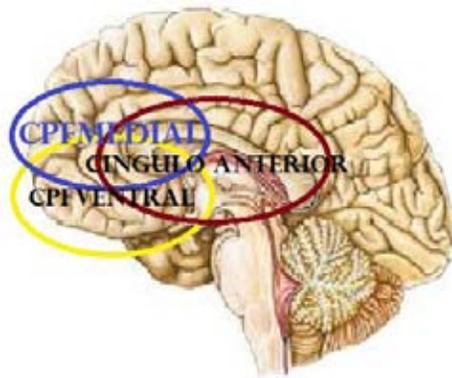


Fig. 12 Corteza orbitofrontal, corteza frontomedial y la corteza del cíngulo anterior. Recuperado de <http://curiosidades.batanga.com/>

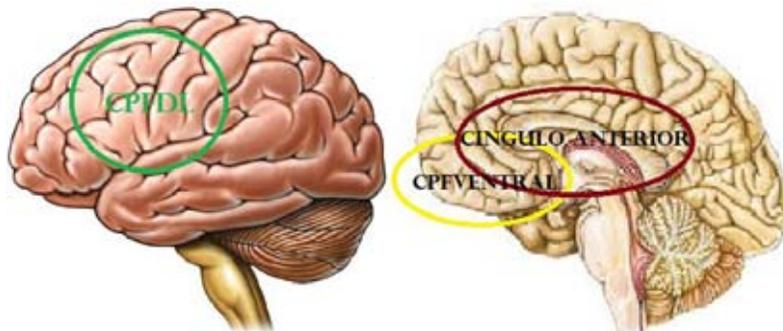


Fig. 13. Corteza prefrontal ventromedial, corteza prefrontal dorsolateral y cíngulo anterior. Recuperado de <http://1.bp.blogspot.com/>- y <http://curiosidades.batanga>.

Así mismo estos últimos autores nos comentan que a partir del uso de resonancia magnética funcional (RMf) se ha encontrado que de las tres operaciones de inhibición conductual anteriormente mencionados (ver apartado procesos de inhibición) presentan la activación de las siguientes cortezas: la ínsula bilateral, la CPF anterior, el cíngulo anterior, la CPFDL izquierda, el putamen, el caudal (caudate) bilateral y el intraparietal (sulcus) posterior y anterior izquierdo (Goghari y MacDonald, 2009).

Por otra parte, se ha encontrado que en las pruebas de inhibición de una respuesta preponderante se tiende a activar el lado izquierdo de la corteza motora (Goghari y MacDonald, 2009) y la región de la CPFOF (Servera-Barcelo, 2005), en las pruebas de inhibición de respuestas puestas en curso (paradigma Go/NoGo) se activan la CPF anterior izquierda, el tálamo, la corteza parietal inferior izquierda (Goghari y MacDonald, 2009) y la CPF ventral (Durstun, et al., 2002) aunque también se asume que está asociada a la CPFDL (Lozano y Ostrosky-Solís, 2011), por último en la inhibición de interferencias se activa la región de la CPF anterior derecha (Servera-Barceló, 2005).

Para terminar este punto, se ha encontrado y se cree que el cíngulo anterior, es un mecanismo para detectar conflictos y a la vez es un mecanismo para la selección de respuestas ante los conflictos de elección (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008; Lozano y Ostrosky-Solís, 2011), mientras que el giro frontal inferior izquierdo está fuertemente relacionado con el control de la selección de respuestas en pruebas de inhibición (Goghari y MacDonald, 2009).

2.3 Desarrollo Ontogenético de la Inhibición conductual

Ésta habilidad se presenta desde la niñez y logra su perfección en la etapa adulta, esto se puede reconocer debido a que los adultos presentan un menor número de errores y falsas alarmas ante las tareas de control conductual (Gómez, Ostrosky y Próspero, 2003). No obstante, presenta un declive en últimas etapas del desarrollo en donde los factores asociados a la edad y el nivel de estimulación juegan un papel importante en su mantenimiento (Bausela y Santos 2006). Por ejemplo, los niños de tres y cuatro años siguen presentando errores en las pruebas de inhibición conductual (sea de tipo cognoscitivo,

motor o motivacional); sin embargo, cuando llegan a la edad de seis años estos prácticamente no presentan ya dificultades para realizar cualquier tarea de inhibición conductual (Lozano y Ostrosky, 2011), esto es debido a diversos factores que se mencionan en la neuroanatomía funcional (ver capítulo de funciones ejecutivas) y adicionalmente a la maduración de otras regiones cerebrales, entre ellas: desarrollo de la sustancia blanca y ramificaciones de las dendritas (Gómez, Ostrosky-Solís y Próspero, 2003), aunque estas modificaciones se maximizan debido a la formación académica que reciben los niños en el ámbito escolar (Bryce, et al., 2011).

En pruebas de resonancia magnética funcional (RMf) se ha observado una diferencia entre la activación de la CPFDL y de los ganglios basales entre los niños y adultos, en donde estos últimos presentan un mayor volumen de activación neuronal en la CPFDL y a la vez presentan la activación de los ganglios basales, mientras que los niños compensan esta falta de activación utilizando la circunvolución supra marginal (Gómez, Ostrosky y Próspero, 2003).

2.4 Modelos teóricos sobre la inhibición

Para no entrar en mayor detalle sobre los modelos teóricos de inhibición conductual, sólo se mencionarán de forma breve dos de ellos: el modelo competitivo de Logan (1994) y el modelo de Barkley (1990) Ambos modelos se utilizan para la comprensión del trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH), asimismo, estos dos modelos son los más conocidos y los más utilizados.

En el modelo competitivo de Logan se considera que los estímulos ambientales están en constante competencia entre la activación o la inhibición de la respuesta cortical, de tal forma que aquel estímulo que se presente con mayor fuerza, intensidad o frecuencia es el que prevalece (Servera-Barceló, 2005), de tal forma que nos proporciona el ejemplo de la carrera de caballos en donde los estímulos son los caballos y están en una competencia constante para ganar nuestra atención en donde el ganador de la carrera aquel que dirija nuestras acciones siguientes (Servera-Barceló, 2005).

Por el otro lado tenemos el modelo de Barkley (1997) que igual que el de Logan, es aplicado al TDAH en donde se considera que las FE son aquellas habilidades que permiten a cualquier niño autorregular su conducta, a partir de lo siguiente:

- 1) Acciones autodirigidas
- 2) Organización de la conducta a través del tiempo
- 3) Autodirección del lenguaje, reglas o planes
- 4) Aplazamiento de la gratificación y
- 5) Dirección a metas orientadas al futuro con un propósito intencionado.

De tal forma que la identificación de las consecuencias, es un punto crítico para la generación o no de la inhibición conductual y por ende la autorregulación (Barkley, 1997).

Por último, recordemos que podemos observar en el apartado de teorías y modelos de funciones ejecutivas que también se ha considerado la inhibición conductual como una de las FE de mayor importancia, por lo cual varios modelos le prestan una atención específica e incluso primordial (para una mayor explicación de este punto revisar los trabajos de Tirapu et al., 2008a.b; Servera-Barceló 2005; Barkley, 1997).

2.5 Pruebas para evaluar la inhibición conductual

Prácticamente se ha utilizado un sinfín de pruebas clínicas y de laboratorio para poder evaluar la inhibición conductual (Nigg, 2001), cada una de estas pruebas intenta dar una aproximación de la conducta de inhibición según la aproximación teórica-metodológica del investigador, de tal forma se pueda encontrar una correlación entre este tipo de conducta y el desarrollo de esta capacidad (la cual está influida por la edad del sujeto) (Bryce, et al., 2011).

Alguna de las pruebas que con mayor frecuencia se utilizan son las siguientes:

2.5.1 Las pruebas Stroop

Estas pruebas están diseñadas para evaluar las habilidades de los sujetos para inhibir las respuestas automáticas o preponderantes y sustituir estas respuestas por otras que son arbitrarias, con este tipo de pruebas se evalúa las funciones de la CPFOf, CPFFM y el

cíngulo anterior (Wager, Sylvester, Lacey, Nee, Flanklin y Jonides 2005; Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008; Toplak, et al., 2010), en general se presentan dos condiciones básicas que son:

- 1) **2.5.1.1 Condición neutra:** en donde el sujeto solo lee la palabra, sin prestar atención a las características físicas del estímulo.
- 2) **2.5.1.2 Condición conflictiva:** en donde el sujeto debe de inhibir la lectura de la palabra y decir alguna característica física de la misma (en este caso el color de la palabra que es lo más habitual).

En este tipo de pruebas en particular, se ha observado el aumento en los tiempos de reacción debido principalmente a que los sujetos presentan dificultades en el proceso de inhibición, esto se observa específicamente ante las condiciones incongruentes o conflictivas (Sannon, Shoenfeld, Rosenberg, Kerzman y Kotler, 2010) se ha observado que va disminuyendo el tiempo de reacción conforme a la etapa de desarrollo del sujeto (Durston et al., 2002), de tal forma que se cree que la habilidad de inhibir la propia conducta va mejorando conforme va pasando el tiempo de vida del sujeto.

2.5.2 Pruebas de ejecución continua (CPT)

Este tipo de tareas generalmente se utilizan en laboratorio para evaluar varios problemas de FE, en general se presenta una serie de estímulos a los cuales el sujeto debe de responder según la naturaleza de la tarea (Sannon, et al., 2010). De este tipo de tareas se las más destacables son las pruebas tipo Go/NoGo y Stop las cuales se presentarán en seguida.

- **2.5.2.1 Las pruebas Go/No-Go**

Este tipo de tareas en particular permiten identificar si el individuo presenta o no deficiencias, al realizar la inhibición de una respuestas dominantes o preponderantes (De-Lin, et al., 2009) así mismo evalúa el grado de impulsividad del sujeto, lo más

característico en este tipo de tareas, es presentar una serie de estímulos a los cuales el sujeto responderá normalmente se denominan estímulos “Go”, y otros estímulos a los cuales no debe de responder que se consideran “No-Go” o infrecuentes (Romero, 2011). Este tipo de pruebas han encontrado, que, los toxicómanos y jugadores compulsivos presentan un déficit en la capacidad de inhibir las respuestas dominantes o preponderantes (De-Lin et al., 2009).

- **2.5.2.2 Paradigma Stop**

Este tipo de tareas al igual que las anteriores evalúa la inhibición conductual de una respuesta dominante o preponderante (Toplak, et al., 2010) a partir de la presentación de una serie de estímulos “Go”, a los cuales el sujeto tendrá que responder y que intermitentemente aparecerá un estímulo “Stop”, al cual, el sujeto no debe de responder (Romero, 2011), esta tarea se evalúa a partir de la latencia y la eficacia en la tarea (Sannon et al., 2010). Este tipo de pruebas se consideran análogas a las situaciones que se viven en la cotidianidad de la vida diaria, debido a que se debe de responder constantemente, pero, ante ciertos eventos los sujetos deben de detener de súbito estas acciones (Schachar, Tannock, & Logan, 1993 en Romero, 2011).

2.6 Conclusiones del capítulo

A grandes rasgos en este capítulo se expuso sobre el concepto de inhibición ejecutiva y sus diversas unidades de análisis, como se pudo observar en líneas anteriores es un concepto ampliamente estudiado, aunque presenta una gran diversidad de métodos de estudio, evaluación y definiciones teóricas diversas como nos comentan Guerra, Martín y Arnaiz (2011), dejando la necesidad de tener un abordaje teórico más específico.

Por otra parte, podemos ver que la inhibición conductual en general juega un papel importante no solo en la investigación sino en las teorías y modelos de trabajo, como lo podemos observar en el modelo de Barkley aplicado al TDAH (1990), el cual nos comenta que lo primero que se debe de desarrollar es la capacidad de inhibir la propia conducta y la memoria de trabajo no verbal, seguidas de la internalización del afecto, de la motivación y

de la conducta verbal interna, finalizando con la internalización del juego y la reconstitución de los eventos (Servera-Barceló, 2005).

Por último, debemos considerar que la inhibición conductual no presentan un sustrato neuroanatómico concreto, sino, que está presente en las diversas regiones de la corteza tanto de la parte frontal como de otras estructuras del cerebro, debido principalmente a que esta operación no sólo es cognoscitiva, sino también motora, emocional e incluso motivacional y que está a merced de un sinfín de modificaciones, que conforme se va desarrollando el individuo, este desarrollara un mayor control de los impulsos de otras estructuras neuronales (como es el sistema límbico) (Durston et al., 2002; Sousa, 2002).

Para finalizar, hay que recordar que el fin último de la inhibición conductual es la autorregulación del sujeto, la cual como lo comenta Barkley (1998 en Servera-Barceló, 2005) es: “cualquier respuesta o cadena de respuestas del individuo que altera la probabilidad de que ocurra una respuesta que normalmente sigue a un evento, y que además altera a largo plazo la probabilidad de sus consecuencias asociadas”, dejando ver que si uno como sujeto controla su conducta en el momento y el lugar adecuado, puede llegar a obtener un mejor desempeño o una mayor recompensa.

"Para llegar a cualquier parte, o incluso para vivir mucho tiempo, un hombre tiene que adivinar, y acertar, una y otra vez, sin datos suficientes para una respuesta lógica."

-Robert Heinlein

CAPITULO III TOMA DE DECISIONES

Para comenzar este capítulo es bueno considerar lo que normalmente se dice sobre la toma de decisiones, para poder identificar su esencia básica, de esta forma podemos iniciar considerando que mucha gente cree que las decisiones se toman al azar (p.e. la vida está llena de decisiones, tu elige), en otros caso se cree que sólo el pensamiento puro es lo más exacto y las emociones están relegadas a un segundo lugar (p.e. siempre toma decisiones lógicas y jamás sufrirás). Por otro lado, si solo nos dejamos llevar por las emociones al tomar alguna decisión, también podemos caer en un error (p.e. no tomes decisiones cuando estés enojado ya que puedes arrepentirte después), por lo cual, se cree que la mejor solución o la mejor decisión es aquella que presenta un equilibrio entre la razón y la emoción como señala el siguiente adagio: “mente fría y corazón caliente, crean decisiones acertadas”.

Si bien es cierto que el sentido común nos proporciona una visión global en relación a este tópico, sería adecuado señalar lo que nos dice la ciencia sobre esta cuestión y principalmente para los fines de esta revisión teórica, haciendo énfasis en los datos provenientes de las investigaciones en el campo de las neurociencias cognoscitivas en relación al proceso de la Toma de Decisiones.

En general, son varias son las disciplinas que se han dedicado a estudiar la Toma de Decisiones (Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009), debido principalmente a que las decisiones que tome un sujeto serán sumamente versátiles ya que el escenario o el contexto en donde se deben de presentar serán inciertos (Cortada de Koham, 2008) e incluso las decisiones que tomen estos sujetos pueden llegar a ser conductas inapropiadas (García-Molina, Rodríguez, Vendrell, Junqué, y Roig-Rovira, 2008). En este tipo de decisiones los componentes de control cognoscitivo (corteza prefrontal y corteza somatosensoriales) y socio-emocionales (amígdala y sistema límbico) están en constante

competencia (Gordillo, Arana, Salvador, y Mestas, 2011) para que el sujeto elija un patrón de conducta de forma “adecuada” para su posterior ejecución.

Este tipo de conductas de riesgo están presentes en sujetos con daño o inmadurez en las regiones de la corteza prefrontal del cerebro con un sesgo de preferencia al riesgo (Damasio, 2007) generando dificultades en su vida diaria debido a que toman decisiones inapropiadas (García-Molina, et al., 2008).

Ahora bien, desde la perspectiva de la neuropsicología cognoscitiva, se ha señalado que este proceso (Toma de Decisiones) involucra una serie de estructuras neuroanatómicas que trabajan en las diversas etapas del proceso de Toma de Decisiones (Damasio, 2007; Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009) las cuales veremos más adelante, sin embargo, esto no quiere decir que la Toma de Decisiones se reduzca a aspectos simplemente biológicos, sino que es un constructo sumamente complejo y que presenta tanto correlatos biológicos, como socio-culturales que pueden ayudar a comprender tanto este como otros fenómenos de índole humana (Steinberg, 2008).

Por lo cual, podemos considerar que la Toma de Decisiones, desde un punto de vista de las neurociencias cognoscitivas, es un proceso dinámico (Martínez-Selva, Sánchez-Navarro, Bechara, y Román, 2006; García-Molina, et al., 2008;) conformado por una serie de operaciones del más alto nivel que involucra a otros procesos cognoscitivos (Del Missier, Mäntylä, y Bruine de Bruin, 2010). En ese sentido, la Toma de Decisiones conlleva que el sujeto, debe de tomar una elección entre un sin número de posibles opciones validas (Paulus, 2005; García-Molina, et al., 2008; Del Missier, Mäntylä, y Bruine de Bruin, 2010), de las cuales debe de calificar o evaluar tanto los riesgos como los beneficios de esas elecciones (Paulus, 2005; Del Missier, Mäntylä, y Bruine de Bruin, 2010) y por último evaluar las consecuencias de la elección tomada (Vélez, Borja y Ostrosky-Solis, 2010), considerando la decisión como una acción que surge de tal proceso (Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009), dentro de un marco temporal apropiado para el problema establecido (Damasio, 2007), que puede tomar lugar entre individuos o entre grupos (Paulus, 2005).

De esta forma, debe de cumplir las siguientes condiciones (Bechara, Damasio y Damasio, 2000; Paulus, 2005; Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009):

- **3.1.1 Acceso y formación de preferencias:** Debe de haber por lo menos dos diferentes opciones viables de realizarse, durante este punto el individuo atribuye valores a estas opciones y elige una de estas.
- **3.1.2 Selección y ejecución de la acción:** Cada opción posible debe de ofrecer alguna expectativa sobre los futuros resultados, de forma que se debe de iniciar, seleccionar y ejecutar la opción elegida en la primera condición, en donde se debe de cumplir una serie de acciones sucesivas, inhibir acciones que están en competencia y realizarlas en el tiempo apropiado para cada acción. Y por último
- **3.1.3 Evaluación del resultado, la experiencia:** Los posibles resultados deben de ser evaluados, en donde se generan y procesan las señales que están relacionadas entre las diferentes expectativas y experiencias que se tuvieron, relacionando las repercusiones con la opción elegida y ajustando los valores que género la elección, para la primera fase de la siguiente Toma de Decisiones.

Estas tres operaciones se realizan principalmente para poder maximizar los resultados de sus futuras elecciones (García-Molina, et al., 2008), en donde las diversas conexiones cortico-subcortico-frontales participan en esta serie de operaciones (Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009), las cuales se presentan en situaciones o contextos de incertidumbre (García-Molina, et al., 2008). En donde el sujeto que realiza la elección o la decisión tiene que apoyarse en uno en los dos procesos que a continuación presentaremos (Paulus, 2005; Del Missier, Mäntylä, y Bruine de Bruin, 2010):

3.1.4 Procesos Heurísticos: Son asociaciones aprendidas e incluso se consideran intuitivas, son simples y rápidas, tal es el caso de los procesos perceptivo-motoras, que son evolutivamente antiguos y que no dependen del lóbulo frontal (son reglas no formalizadas). Para poder ejemplificar este tipo de procesos véase este ejemplo (Fig. 15): imagine que llega un mosquito a su brazo, escucha el molesto sonido de su aleteo y

lo siente sobre su piel, sin ninguna deliberación y/o pensamiento opta por lanzar un manotazo en el área en donde lo sintió, éste tipo de acciones se consideran dentro de los procesos heurísticos.

3.1.5 Procesos Analíticos: Estos procesos son complejos debido a que involucran la participación del lóbulo frontal, por lo cual su proceso de trabajo es lento y reflexivo, a diferencia de los procesos heurísticos, es evolutivamente joven.

Dentro de los procesos heurísticos encontramos que la evaluación de los estímulos apetitivos y aversivos (Yoo, et al., 2012) juegan un papel importante en la operación de evaluación del resultado (mencionado anteriormente) en la Toma de Decisiones, debido a que pueden motivar a elegir o a evitar ciertas opciones (tiene un valor adaptativo)



Fig. 15. Ejemplo sobre los procesos heurísticos.

(Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009) en cierto modo, el sujeto modificará sus elecciones casi de forma automática, casi sin ningún esfuerzo adicional, ni con deliberaciones por parte de los componentes de control cognoscitivo y socio-emocional, aunque se puede detener o evitar de forma voluntaria (Damasio, 2007), todo esto es debido principalmente al tipo de reforzamiento que reciba el sujeto (García-Molina, et al., 2008; Gordillo, et al., 2011).

Como se puede observar en las líneas anteriores se necesita tener el conocimiento de ambos procesos para establecer diversas estrategias de razonamiento lógicos y/o adaptativos, que permitan al organismo detener ciertos patrones de acción que son inadecuados y a la vez producir patrones de conducta de acuerdo al contexto, permitiendo así al organismo regularse y adaptarse a la situación (Damasio, 2007), de esta forma la Toma de Decisiones puede llegar a tener diversos niveles de sensibilidad que se pueden dividir en tres (Bechara, Damasio y Damasio, 2000; Cortada de Koham, 2008; Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009):

- **3.1.6 Toma de Decisiones sin conciencia (innatos o adquiridos):** son aquellos que actúan de forma rápida e instintiva, sin la necesidad de reflexionar las acciones tomadas, concernientes a procesos biorreguladores y del estado del cuerpo, es aquí en donde las emociones son más explícitas, en cierto modo, estas decisiones están gobernadas por los procesos heurísticos.
- **3.1.7 Toma de Decisiones con conciencia parcial:** la Toma de Decisiones dentro de este punto se centra en el conflicto que tienen los dos componentes de control cognoscitivo y socio-emocional, permitiendo que la decisión se presente como una acción conjunta de estos dos componentes, pero que pueden generar decisiones de riesgo o inapropiadas.
- **3.1.8 Toma de Decisiones con conciencia total:** en donde el sujeto ya tiene las pautas de acción como una regla o como un principio a seguir, por lo cual, los componentes socioemocionales interactúan de forma sesgada, dejando la tarea principalmente a los procesos analíticos o de control cognoscitivo.

3.2 El papel del contexto en la Toma de Decisiones

El papel que juega el contexto en la Toma de Decisiones puede ser muy flexible, ya que en algunos casos solo se necesitan decisiones simples y rápidas en donde los procesos heurísticos toman el control principalmente (por ejemplo: Ante una simple pregunta:

¿quieres ver una película? La respuestas inmediatas que surgen son: si y no) y en otros casos es necesario utilizar los procesos analíticos en donde se tiene que meditar que tipo de comportamiento es el más adecuado (en este caso y retomando el ejemplo anterior podría ser: ¿quieres ver una película?, las posibles respuestas serían: si, no, tal vez, ¿depende con quién iré?, ¿A dónde vamos?, ¿a qué horas?, etc.) (Yoo, et al., 2012), sin embargo y a pesar de que se cuenta con este tipo de procesos, el cerebro necesita simplificar los diversos estímulos que se presentan en el contexto, debido principalmente a la limitada memoria de trabajo que se tiene, por lo cual se utilizan las siguientes operaciones en la evaluación del contexto (Paulus, 2005):

- **3.2.1 Principio de combinación:** En este proceso de edición se aglomeran o se unen los estímulos que permiten identificar los posibles entornos en donde el sujeto ha obtenido resultados parecidos de reforzamiento (por ejemplo: ir a ver una película poco llamativa en el cine con la chica de tus sueños y la sala del cine casi vacía).
- **3.2.2 Simplificación:** En este proceso se entiende que el sujeto realiza una omisión de las diferencias no esenciales del entorno, da igual que sea uno u otro contexto, siempre y cuando se pueda utilizar de la misma forma (por ejemplo: una cama, el suelo y una hamaca sirven para dormir, no importa si son cómodas o no sólo sirven para lo que deben de servir).
- **3.2.3 Cancelación:** En este proceso se cancela o se anulan elementos comunes entre los estímulos de contextos previos con estímulos del contexto actual (por ejemplo: yo recuerdo que la casa se veía limpia, ahora ya no). y
- **3.2.4 Segregación:** En este proceso, se separa de un conjunto de estímulos ciertos elementos que presentan un riesgo para no generar precisamente ese riesgo (por ejemplo: si se está en una cocina con un niño pequeño, se pretende quitar aquellos elementos punzo cortantes u ollas calientes que pueda herir o lesionar al infante).

- **3.2.5 El principio de concreción:** En esta operación el sujeto tiende a evaluar de forma separada cada atributos de un conjunto de elementos, en donde se enfatiza algunos atributos y se desvalorizan otros, esta operación se realiza principalmente cuando dos opciones tienen atributos muy similares (por ejemplo: ¿Qué quieres, este refresco de cola o este otro?, ambos productos presentan el mismo sabor, la misma cantidad, más o menos mismo empaque e incluso precio), al fin de cuenta estos atributos evaluados son ignorados cuando se llega a la decisión final.
- **3.2.6 El contraste de los antecedentes:** en esta operación se contrastan las experiencias previas con las actuales, en donde las primeras tienden a enfatizar un sesgo de preferencia por alguna elección en particular (en una tienda se venden tres tipos de marca de papas fritas, pero, siempre se ha comprado una en específico, cuando se presenta una nueva marca a competir con las marcas anteriores, es más probable que se elija la que siempre se ha comprado).

3.3 El papel de las Emociones en la Toma de Decisiones

Si el contexto es importante debido a que permite que el sujeto evalúe el grado de adaptabilidad y el nivel de conciencia que se necesita para emitir la respuesta, entonces, las emociones serán las que guíen el grado de preferencia o aversión que se sienten ante ciertos estímulos (Paulus, 2005) debidos principalmente al tipo de reforzamiento recibido (Martínez-Selva, et al., 2006; Damasio, 2007) aunque no siempre funcionan como cabría esperar (Gordillo, et al., 2011), ya que son procesos multidimensionales de tipo cognoscitivo, conductual y fisiológico que preparan al cuerpo para una acción adaptativa (Gordillo, et al., 2011) que evolutivamente ha permitido que nuestra especie sobreviva (Paulus, 2005) y que permiten facilitar las decisiones (Cortada de Kohan, 2008).

Estas emociones están presentes en las condiciones de selección y ejecución de la acción como también en la evaluación de los resultados (Paulus, 2005), tomando en cuenta las experiencias previas que pueden ser tanto propias como vicarias (Martínez-Selva, et al., 2006), y que presumiblemente guíen al sujeto a seleccionar la respuesta más adecuada

(Gordillo, et al., 2011), a este tipo de emociones o sensaciones se les concibe o denomina como el marcador somático (Damasio, 2007).

Por lo anterior, no debemos dejar de lado la íntima relación a nivel neuroanatómico que existe entre el sistema límbico y la corteza frontal, lo cual se comentará más adelante.

3.4 Hipótesis del Marcador Somático

Damasio (1994) propone la hipótesis del Marcador Somático (1988), en donde él considera que las emociones tienen un papel fundamental en la Toma de Decisiones (Martínez-Selva, et al., 2006; Gordillo, et al., 2011). Según esta hipótesis, este marcador somático es una función adaptativa en la evolución humana que guía nuestras elecciones (Toplak, et al., 2010) a partir de un cambio corporal que surge de las emociones (positivas o negativas) (Martínez-Selva, et al., 2006; García-Molina, et al., 2008) al evaluar los valores de riesgo/beneficio (Gordillo, et al., 2011) que se presentan ante la relaciones estímulo-respuesta guiando al organismo a seleccionar una alternativa favorable o adaptativa (García-Molina, et al., 2008).

Este marcador somático se presenta como una respuesta visceral o como una serie de sentimientos desagradables y se relaciona con imágenes o elementos del ambiente (contexto) (Bechara, Damasio y Damasio, 2000), produciendo la atención sobre los posibles resultados negativos al tomar una opción, de tal forma que funciona como una señal de peligro (Damasio, 2007; Gordillo, et al., 2011) permitiendo que el sujeto genere alternativas adecuada para ese momento específico (Paulus, 2005).

En general se considera que el marcador somático está correlacionado con las funciones de la corteza prefrontal ventromedial (Sánchez-Navarro y Román, 2004), aunque también se ha asociado con la participación del cíngulo y la ínsula anteriores (Paulus, 2005), y a la vez trabajan en conjunto con los sistemas vegetativos, musculares, neuroendocrinos y neurofisiológicos, que proporcionan señales inconscientes que preceden, facilitan y contribuyen a la Toma de Decisiones (Martínez-Selva, et al., 2006).

3.5 Neuroanatomía de la Toma de Decisiones

A pesar de que las estructuras de la corteza prefrontal son aquellas que dominan en el panorama de las funciones ejecutivas y por ende la Toma de Decisiones, se debe de considerar que comparte la palestra con varias estructuras corticales y subcorticales como son: cíngulo anterior, ínsula, cerebelo, tálamo (Hooper, Luciana, Conklin, y Yarger, 2004), corteza parietal inferior y amígdala (García-Molina, et al., 2008) entre otros sustratos, e incluso se considera que es parte integral del cerebro medio o mesencéfalo, ya que las estructuras que participan en la Toma de Decisiones generan neurotransmisores de dopamina, los cuales permiten el procesamiento de la interpretación de la recompensa (Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009), por lo cual, se considera que al observar un estímulo este se capta por la corteza parietal (Paulus, 2005) inmediatamente el sistema límbico procesa la información sobre las posibles recompensas y/o castigos, de ahí se traslada la información a los sistemas cognoscitivos y motrices (sustratos de la corteza frontal) para planear y ejecutar la decisión final (Paulus, 2005; Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009).

En este trabajo nos enfocaremos principalmente en las estructuras de la corteza prefrontal, en esta última se ha encontrado que el hemisferio derecho procesa las emociones (principalmente las negativas que se relacionan con el castigo), las conductas de evitación, los estados subjetivos del cuerpo “marcador somático” y los procesos de inhibición, mientras que el lado izquierdo se activa principalmente ante la presencia de la recompensa y la aproximación de un estímulo (Martínez-Selva, et al., 2006).

3.5.1 Corteza Prefrontal Dorsolateral

La corteza prefrontal Dorsolateral (CPFDL) está implicada en el control estratégico del comportamiento (Yoo, et al., 2012) así como de las representaciones del futuro posible y las cuestiones personales y sociales del individuo (Bechara, Damasio, Damasio, y Anderson, 1994). Esta estructura recibe la información de las regiones subcorticales (sistema límbico y el estriado ventral) y de las CPFOF y medial (Yoo, et al., 2012), para el procesamiento de la entrada del reforzamiento y la predicción de los errores, desplegando la

inhibición de algunas conductas para generar una adaptación tanto cognoscitiva como motriz (Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009).

Una lesión en esta corteza producen una pérdida de impulsos, emociones, sentimientos, atención, memoria funcional y motivación por los estímulos que se le presentan, en general los individuos afectados presenta altos niveles de apatía (Sánchez-Navarro y Román, 2004; Damasio, 2007), llegando a afectar la forma de actuar adecuadamente al no poder tener disponible sus representaciones del futuro (Bechara, et al., 1994).

3.5.2 Corteza Prefrontal Medial

La Corteza Prefrontal Medial (CPFM) está relacionada con el control emocional (Sánchez-Navarro y Román, 2004) y con la valoración y codificación de los estímulos (Yoo, et al., 2012), en otras palabras esta corteza permite el cambio de comportamientos según la interpretación emocional que se tenga del contexto y de los estímulos (Sánchez-Navarro y Román, 2004). Asimismo esta corteza recibe información de tanto de la CPFOF, del hipocampo y de la corteza sensorial auditiva (Sánchez-Navarro y Román, 2004).

Un daño en esta corteza reduce significativamente el pensamiento creativo, generando una pobre inhibición de respuestas (Sánchez-Navarro y Román, 2004), así como alteraciones emocionales y sentimentales de forma drástica (Damasio, 2007).

3.5.3 Corteza Prefrontal Ventromedial

La corteza Prefrontal ventromedial (CPFVM) trabaja en la integración de los estados somáticos del cuerpo cuando éste está ante situaciones en donde el sujeto debe de tomar decisiones (Gordillo, et al., 2011), permitiendo la integración de los aprendizajes previos y los estados internos del sujeto, para poder estimar las consecuencias a largo plazo (Martínez-Selva, et al., 2006), otra actividad que presenta es la regulación las actividades del sistema parasimpático, principalmente aquellas respuestas relacionadas con emociones negativas y la reacción ante el estrés (Toplak, et al., 2010), esta estructura es crítica para el proceso del marcador somático en la Toma de Decisiones (Sánchez-Navarro y Román, 2004), en general se considera que sus células están especializadas para responder a la

expectativa y a la detección de la recompensa (Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009), así como para la especulación de la violación de un estímulo ya sea positivo o negativo (Paulus, 2005).

El hemisferio derecho está más implicado en las funciones emocionales, sociales y de Toma de Decisiones, está correlacionada con la evaluación de consecuencias afectivas o el significado conductual de la elección, (Martínez-Selva, et al., 2006) se activa principalmente cuando no se está seguro por la elección que se va a tomar (Hooper, et al., 2004).

Cuando se presenta una lesión en esta corteza presentan intactas las funciones intelectuales globales; sin embargo, presentan problemas en la Toma de Decisiones en la vida real (Bechara, Damasio y Damasio, 2000; Hooper, Luciana, Conklin, y Yarger, 2004; Damasio, 2007), si el daño es bilateral se presenta deterioro tanto en la Toma de Decisiones, el razonamiento, las emociones y los sentimientos, si es más extensa la herida también se ve afectado los dominios personales y sociales (Damasio, 2007).

Un sujeto con este tipo de daños normalmente se dejan llevar por las recompensas inmediatas y son insensibles a las consecuencias futuras (positivas o negativas) definiéndose esto como “miopía del futuro” (Bechara, et al., 1994; Toplak, et al., 2010; Gordillo, et al., 2011; García-Molina, et al., 2008), e incluso se ha encontrado que sujetos con daño bilateral en esta corteza, no presentan respuestas electrodérmicas de anticipación ante una elección de riesgo (Sánchez-Navarro y Román, 2004), asimismo se considera que aquellos sujetos que presentan un daño en lado derecho presentan una peor ejecución en la Toma de Decisiones que los sujetos que presentan un daño en lado izquierdo de la misma corteza (Martínez-Selva, et al., 2006), adicionalmente se ha observado que sujetos que presentan un daño permanente en esta estructura, ya no adquieren el aprendizaje sobre las consecuencias de sus propias decisiones, este tipo de daños son parecidos al daño permanente en la corteza del cíngulo anterior (De-Lin, et al., 2009).

3.5.4 Corteza PreFrontal Orbitofrontal

En lo referente a la corteza orbitofrontal (CPFOF) encontramos que juega un papel importante en la integración de las relaciones de los estados internos, somáticos y de

situaciones complejas (Martínez-Selva, et al., 2006; Yoo, et al., 2012) y a la vez procesa las emociones que generan estos (Sánchez-Navarro y Román, 2004); también se ha observado que procesa la información obtenida de la recompensa y el castigo (Hooper, et al., 2004) trabajando a la par con la CPFM, inhibiendo otras regiones del cerebro cuando un estímulo deja de predecir el reforzamiento (Sánchez-Navarro y Román, 2004).

Su porción lateral izquierda se activa cuando el organismo esta ante tareas complicadas o de incertidumbre (Martínez-Selva, et al., 2006); por otra parte, encontramos que está corteza y el cíngulo anterior trabajan en coordinación para predecir errores en el proceso de evaluación de la recompensa y en la elección de los beneficios momentáneos o posteriores (Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009).

Una lesión en esta corteza produce un síndrome de desinhibición, que se caracteriza por impulsividad, la presencia de conductas antisociales (Sánchez-Navarro y Román, 2004) y bajos nivel de afectividad (Damasio, 2007), normalmente se espera que estos sujetos presenten cambios de personalidad, conductuales e incapacidad para valorar las consecuencias de las decisiones tomadas (García-Molina, et al., 2008) aquellos que se han lesionado en la porción derechas muestran una preferencia por las elecciones de riesgo y en general, cuanto mayor es el área de una lesión se tienden a tomar elecciones desventajosas y por ende una peor ejecución en la Iowa Gambling Task (IGT) (Martínez-Selva, et al., 2006).

3.5.5 Amígdala

La amígdala es una estructura que está presente en la adquisición del miedo condicionado, ya sea que identifique aquellas señales que anticipen un peligro o amenaza, permitiendo la convergencia de la información sensorial de los estímulos condicionados y aversivos para generar un contenido emocional de las elecciones desventajosas (Sánchez-Navarro y Román, 2004; Martínez-Selva, et al., 2006).

Los sujetos que presentan una afectación en esta área no emiten respuestas electrodérmicas como reacción a los premios o castigos, ni respuestas vegetativas condicionadas al miedo, tienen dificultades en el reconocimiento de la expresión facial de temor y no muestran respuestas de conductancia anticipada de elecciones desventajosas,

presentando semejanzas a aquellos sujetos que presentan una lesión en la CPFVM (Martínez-Selva, et al, 2006).

3.5.6 Corteza del Cíngulo Anterior

La corteza del cíngulo anterior está asociada a la anticipación de las consecuencias de una elección en donde se relaciona con el proceso de evaluación y monitorización de la Toma de Decisiones (procesos anteriormente mencionados), trabajando en conjunto con la CPFOF en dicho proceso, particularmente su porción derecha se activa cuando se esperan consecuencias negativas y en general su activación se presenta ante situaciones incongruentes o de conflicto (Martínez-Selva, et al., 2006). Un daño en esta estructura genera trastornos en el control de la conducta y en la evaluación de los riesgos (Martínez-Selva, et al., 2006), e incluso se ha observado que sujetos que presentan un daño permanente en esta estructura, ya no adquieren el aprendizaje sobre las consecuencias de sus propias decisiones (De-Lin, et al., 2009).

3.5.7 Otras estructuras que participan en la Toma Decisiones

El núcleo de accumbens básicamente determina cual es la meta a la que se desea llegar, buscando las diversas estrategias de acción (ya sea evitación, la elección de algunas acción o alternativas), es la interacción entre la motivación y la acción (Pirtošek, Georgiev, y Gregorič-Kramberger, 2009).

Por otro lado tenemos que las neuronas monoaminérgicas que están involucradas en la apreciación y predicción de los errores (Paulus, 2005).

3.6 Iowa Gambling Task

Para poder evaluar la Toma de Decisiones desde el enfoque neuropsicológico se ha optado por utilizar la prueba llamada Iowa Gambling Task (IGT) (Bechara, et al., 1994; Hooper, et al., 2004; Gordillo, et al., 2011), la cual intenta simular las condiciones ambientales ambiguas que se presentan cuando tomamos una decisión (Sannon, et al., 2010), involucrando tanto la incertidumbre como la posibilidad de obtener una recompensa o castigo (Vélez, Borja, y Ostrosky-Solis, 2010).

En esta prueba se debe de sacrificar las recompensas inmediatas a favor de recompensas a mediano o largo plazo (Sannon, et al., 2010), estableciendo en el transcurso de la prueba una relación entre el estímulo y la respuesta y a la vez presentar la habilidad para poder extinguir respuestas previamente aprendidas (Bechara, et al., 1994; García-Molina, et al., 2008), con el supuesto de que los sujetos son sensibles a las consecuencias de sus decisiones, de tal forma que identificaran cuales de los estímulos producen mayor beneficio y cuales por el contrario producen pérdidas o consecuencias negativas a su ejecución (Bechara, et al., 1994).

Esta prueba se ha utilizado principalmente para evaluar a sujetos que presentan algún daño en la CPFVM (Bechara, et al., 1994; Hooper, et al., 2004), aunque también se utiliza para evaluar a aquellos que presentan un daño en la CPFDL (Toplak, et al., 2010), en jugadores patológicos, esquizofrénicos, sujetos que abusan de sustancias, psicópatas (Toplak, et al., 2010; Vélez, Borja, y Ostrosky-Solis, 2010) entre otros. Sin embargo, se ha encontrado que esta prueba evalúa no sólo el funcionamiento de la CPFVM, sino que también de la amígdala (De-Lin, et al., 2009).

Esto es debido principalmente a que estos sujetos no presentan diferencias entre la población clínicamente sana en las pruebas neuropsicológicas clásicas para evaluar déficits específicos de otras funciones ejecutivas (Bechara, et al., 1994; Toplak, et al., 2010); sin embargo, en la prueba de IGT se ha encontrado que estos sujetos demuestran preferencias por las ganancias a corto plazo y por las decisiones de riesgo (Sannon, et al., 2010), ésta forma de actuar se ha bautizado como “*miopía del futuro*”, la cual establece que los sujetos no observan los problemas en lo referente a sus elecciones que afectan su futuro a pesar de tener los conocimientos suficientes para poder elegir otras alternativas (Bechara, et al., 1994).

También se considera que esta prueba evalúa la regulación del comportamiento afectivo (Toplak, et al, 2010) y de la misma forma se utiliza para estimar la sensibilidad al castigo y a la recompensa en las diversas edades y sexos (Steinberg, 2008) en donde se ha observado que las mujeres son más sensibles al castigo y eligen aquellas cartas en donde el castigo es infrecuente (Hooper, et al., 2004), encontrando que el pulso del corazón cambia cuando se presentan variaciones en la retroalimentación considerándose esto como un

indicador en la Toma de Decisiones de riesgo (Paulus, 2005) y a la vez se ha observado que aquellos sujetos que presentan alguna lesión en la CPFVM no presentan respuestas de conductancia en la piel (Toplak, et al., 2010).

En esta tarea las instrucciones son inespecíficas, resaltando constantemente que el objetivo de la prueba es lograr la mayor cantidad de puntos posibles, adicionalmente al sujeto se le presentan cuatro mazos de cartas diferentes, cada mazo puede estar rotulado con un número o una letra, dos de estas barajas se consideran de riesgo y las otras dos son ventajosas, se considera que las barajas de riesgo ofrecen una mayor cantidad de recompensa (\$100) pero sus castigos a la larga ofrecen una mayor pérdida que ganancia, por el contrario, las otras dos barajas ofrecen una cantidad económica menor (\$50) y a la par de esto sus castigos son menores, por lo cual, se consideran barajas ventajosas ya que ofrecen beneficios a largo plazo (ver Figura 13) (Martínez-Selva, et al., 2006; Vélez, Borja, y Ostrosky-Solis, 2010; Toplak, et al., 2010).

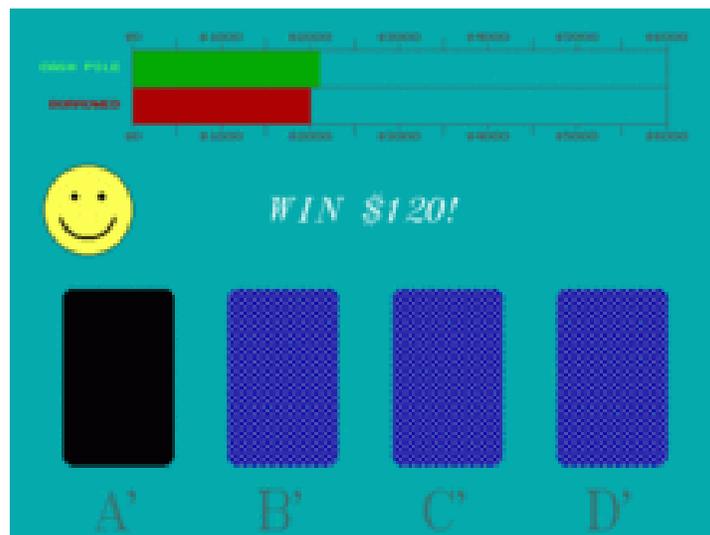


Figura 13. Iowa Gambling Task. Recuperado de <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/db/IowaGamblingTask.gif/>

3.6.1 Interpretación de la ejecución

A pesar de que esta prueba evalúa la Toma de Decisiones observando cómo los sujetos eligen o no las cartas de riesgo, se ha observado que un mal rendimiento en esta

prueba no solo se basa en el daño de la CPFOF (Bechara, et al., 1994) sino a diversos factores como son los siguientes (Martínez-Selva, et al., 2006):

- Los sujetos tienen una alta preferencia por las opciones de riesgo, debido principalmente a un aprendizaje previo.
- Los sujetos son incapaces de identificar las posibles recompensas o castigos que se asocian con cada opción de las posibles elecciones.
- Algunos sujetos presentan hipersensibilidad a la recompensa o insensibilidad al castigo.
- Algunas veces puede deberse a que hay alguna disfunción en alguna de las funciones ejecutivas.
- Así como problemas de desinhibición o en el control de los propios impulsos.

Sin embargo, se cree que en general los sujetos están más influenciados por el castigo que por el retraso de la recompensa (Bechara, et al., 1994), adicionalmente a esto se considera que esta pobre ejecución se debe principalmente a la falta de señales fisiológicas que se consideran marcadores somáticos (Toplak, et al., 2010), por estos criterios de mal rendimiento en la IGT se ha criticado ampliamente la teoría desarrollada por Damasio del marcador somático y por ende el IGT (Toplak, et al., 2010).

3.7 Conclusión del capítulo

Como se observó a lo largo del capítulo esta función ejecutiva es sumamente compleja ya que no sólo trabaja con los componentes neuroanatómicos de control cognoscitivo, sino que trabaja a la par con el sistema límbico y otras estructuras para poder generar la elección de una conducta de acuerdo a contexto, asimismo se debe de considerar que esta función ejecutiva trabaja a la par con otras más; sin embargo, su relación con la inhibición conductual aún no está clara (Del Missier, Mäntylä, y Bruine de Bruin, 2010), debido principalmente a que algunos de autores la consideran una parte muy importante de la Toma de Decisiones (De-Lin, et al., 2009), mientras que otros autores la consideran anatema de la Toma de Decisiones (Hooper, et al., 2004).

A pesar de esta disyuntiva sobre si la Toma de Decisiones está influida o no por la inhibición, también se debe de considerar cual es la relación que se puede presentar entre la

Toma de Decisiones y los diversos tipos de inhibición e incluso la relación que tiene tanto las diversas condiciones de la Toma de Decisiones y los diversos tipos de inhibición, por lo cual, en este caso se tomara en cuenta si existe un tipo de relación entre la Toma de Decisiones y la inhibición de una respuesta preponderante y la inhibición de una respuesta puesta en curso.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Justificación

Con lo anteriormente mencionado, se puede considerar que el papel de la inhibición conductual en lo referente a la toma de decisiones es aún controvertida (Del Missier, Mäntylä, y Bruine de Bruin, 2010), debido principalmente a que varias voces consideran que la inhibición conductual es parte integral de la toma de decisiones (De-Lin, et al., 2009), mientras que otros investigadores comentan que tanto la toma de decisiones como la inhibición conductual son tanto constructos como funciones totalmente separadas (Svaldi, Brand, y Tuschen-Caffier, 2010; Hooper, et al., 2004).

4.2 Planteamiento del problema

Comúnmente cuando se habla de conductas agresivas, impulsivas y riesgosas, se tiende a asociarlas con sujetos del género masculino, ¿Pero qué datos aporta la ciencia o el pensamiento científico acerca de esta perspectiva? ¿De qué manera la Inhibición Conductual se relaciona con la toma de decisiones de riesgo?, ¿Forma parte de un continuo o se tratan de procesos independientes?, ¿Poseen una base cerebral común, o por el contrario en cada proceso se involucran mecanismos neurofisiológicos muy diversos?

Las conductas de riesgo se caracterizan principalmente por el poco autocontrol que exhiben los individuos, ya que estos prefieren las recompensas inmediatas omitiendo que pueden tener una consecuencia negativa a largo plazo (Gómez, 2011).

Entre los factores que influyen en estas conductas se pueden mencionar los siguientes: sexo, estado civil (soltero), condiciones de vida económica desigual, desempleo, otras cuestiones de índole socio-cultural que influyen los procesos fisiológicos y comportamentales (Gómez, 2011).

Dentro de los factores biológicos que subyacen a esta conductas de riesgo encontramos los siguientes: aquellos individuos que tienden a generar conductas impulsivas (consumo de alcohol, manejo a alta velocidad, drogadicción, etc.) presentan bajas concentraciones de serotonina en el cerebro (Gil-Verona et al., 2002); de la misma forma se

ha considerado que el aumento de las hormonas como la testosterona, los andrógenos y el cortisol están ligados a este tipo de conductas (Gil-Verona et al., 2002).

Asimismo, se sabe que un daño en las áreas corticales prefrontales, principalmente en los sustratos de la corteza orbitofrontal, así como en el cíngulo parietal superior, impiden generar conductas inhibitorias dejando que se produzcan los arranques de agresividad y como consecuencia el sujeto se vuelve más proclive a presentar conductas de riesgo (Gil-Verona et al., 2002).

A pesar de que las conductas de riesgo son variadas y se manifiestan de formas muy diversas (que van desde el fumar, los malos hábitos dietéticos, la conducción temeraria hasta el juego patológico) (Gómez, 2011), en todas se experimenta incertidumbre, altas cargas de impulsividad y son reforzadas de forma inmediata (Gómez, 2011).

Una de las formas en que se han podido evaluar la toma de decisiones de riesgo es a partir del juego de cartas de Iowa (Iowa Gambling Task), la cual es una tarea neuropsicológica que está diseñada para evaluar de forma artificial la toma de decisiones en la vida real (Bechara, et al., 1994).

Esta tarea comprende dos características esenciales: 1) todo el juego es incierto y 2) que está sujeto a la aleatoriedad en las condiciones de reforzamiento, por lo cual, se podría considerar que un sujeto que presente poco autocontrol (o con dificultades en la inhibición conductual) se dejara llevar por la impulsividad de sus acciones llevándolo a perder un mayor puntaje, por el contrario otros individuos que tengan un mayor control inhibitorio presentarán una menor cantidad de puntos perdidos. En ese sentido podríamos argumentar que la toma de decisiones se ve influenciada por un proceso inhibitorio.

En este punto es bueno reconocer y definir qué es la conducta de inhibición y la forma en qué se ha evaluado desde las neurociencias cognitivas.

La inhibición conductual de acuerdo con Bryce, et al., (2011) se define como la habilidad de suprimir nuestras respuestas cuando son inapropiadas o no son relevantes, es una de las Funciones Ejecutivas (FE) más importante en el desarrollo cognoscitivo. Cabe señalar, que se cuenta con pruebas validadas a nivel internacional para identificar distintos

tipos de inhibición como son: Inhibición de una respuesta preponderante- tarea *Stroop* (Bausela y Santos, 2006) y la inhibición de una respuesta que ha sido puesta en marcha- *Stop Signal* (Bissett y Logan, 2010).

En ese sentido, resulta importante estudiar la relación que existe entre la capacidad inhibitoria del sujeto y la toma de decisiones de riesgo. Si bien es cierto, que esta relación parece lógica, hasta el momento no se ha clarificado de qué manera estos procesos se relacionan. En un primer lugar se encuentra la discusión de que si el proceso de inhibición y toma de decisiones son un constructo homogéneo o son constructos totalmente separados, ya que estas dos funciones ejecutivas se encuentran principalmente en la corteza prefrontal orbitofrontal y algunos investigadores consideran que son una sola entidad (De-Lin, et al., 2009), por otra parte, si estas dos funciones ejecutivas son constructos diferentes (Hooper, et al., 2004), entonces ¿en qué nivel se relacionan? Por un lado, se puede considerar que estas dos funciones están relacionadas en mayor medida cuando hay altos índices de inhibición y una menor cantidad de elecciones de cartas de riesgo y a la inversa, por otra parte se podría considerar que no presentará una relación entre estos dos constructos principalmente a que se pueden presentar calificaciones aleatoria en las pruebas que evalúan estas funciones y por ende considerar que no hay relación alguna entre estas funciones.

4.3 Objetivo

Dado lo anterior, el objetivo de esta investigación fue presentar las características de ejecución de sujetos masculinos universitarios de 18 a 25 años, en una tarea neuropsicológica de toma de decisiones de riesgo (*Iowa Gambling Task*) y su relación con dos tareas neuropsicológicas que evalúa la inhibición conductual. Las cuales comprenden la tarea *Stop Signal* (inhibición de una respuesta puesta en curso) y la tarea *Stroop Task* (inhibición de una respuesta preponderante).

La pregunta de investigación que subyace a este objetivo fue: ¿la toma de decisiones de riesgo evaluada a partir del *Iowa Gambling Task* estará relacionada con las dos medidas de Inhibición Conductual (inhibición de una respuesta preponderante, Inhibición de una respuesta que ha sido puesta en marcha)?

De la misma forma las hipótesis que se manejaron durante la investigación fueron las siguientes:

H1: Los sujetos que presentan una mayor selección de cartas de riesgo en el *Iowa Gambling Task* presentarán una menor puntuación en la tarea de inhibición de una respuesta preponderante (*Stroop*), que se caracterizará por presentar un mayor número de errores (errores *Stroop*) en las tarea *Stroop*.

H2: Los sujetos que presentan una mayor selección de cartas de riesgo en el *Iowa Gambling Task* presentarán una menor puntuación en la tarea de inhibición de una respuesta puesta en curso (*Stop Signal*), que se caracterizará por presentar un mayor número de errores (comisión y omisión) en las tarea *Stop Signal*.

4.4 Definición de Variables

VI: Ejecución en la *Iowa Gambling Task* (*Toma de Cartas de Riesgo*).

VD: Puntuaciones en las tareas de inhibición conductual (Tarea *Stop* y tarea *Stroop*).

4.5 Tipo de estudio

Se trató de un estudio correlacional ya que este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que existe entre dos o más variables, en los mismos sujetos (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Batista Lucio, 1991).

4.6 Diseño del estudio

Es un estudio Cuasi experimental ya que manipuló deliberadamente al menos una variable independiente para identificar su efecto y relación con una o más variables dependientes, solamente que difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos es baja, en este tipo de estudios los sujetos no son asignados al azar a los grupos, ni emparejados (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Batista Lucio, 1991). Es transversal, porque la evaluación sólo se realiza en un momento.

4.7 Relevancia e impacto del anteproyecto en el área de estudio.

En México se han presentado una serie de problemas debidos a las conductas de riesgo que tienen como factores subyacentes la falta de control inhibitorio y que principalmente se presentan en el sexo masculino, por lo cual, la relevancia de este estudio es ofrecer una posible relación entre las conductas de riesgo y la falta de control inhibitorio, a partir de los resultados obtenidos de la evaluación neuropsicológica, los cuales nos permitirán identificar los factores subyacentes de estas conductas, y por ende entender como es que se gestan y forman parte del desarrollo ontológico del sujeto. Al comprender estos procesos subyacentes se espera que en un futuro se puedan fomentar y ejecutar programas de intervención primaria para la disminución de estas conductas problemáticas.

4.8 Participantes

Participaron 19 hombres universitarios cuyas edades oscilaban entre los 18 y los 25 años, hispanohablantes, diestros, que durante el curso de la investigación estuvieran cursando la licenciatura, sin antecedentes de enfermedades neurológicas y/o psiquiátricas, sin antecedentes de consumo de alcohol o de algún tipo de droga o estimulante, ni antecedentes de dificultades en el aprendizaje, con visión normal y/o corregida. De estos se eliminaron 4 debido a que se presentó mortalidad experimental (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Batista Lucio, 1991; 2011).

4.9 Criterios de inclusión

Hombres 18 a 25 años, sanos de nivel licenciatura, y buen nivel académico: acorde al sistema educativo mexicano, considerando “bueno” como un promedio igual o superior a 8.0 en adelante.

4.10 Tareas

4.10.1 Puebla Iowa Gambling Task (IGT)

El Juego de azar de Iowa o Iowa Gambling Task (IGT) es una tarea diseñada para simular la toma de decisiones en la vida real, evaluando así las relaciones de la conducta riesgo-beneficio.

El cual utiliza 4 barajas que están marcadas 1, 2, 3 y 4. Las cuales se presentan a los participantes y se les indica que cada vez que elijan una carta pueden ganar o perder dinero durante el juego. La meta del juego es ganar tanto dinero como sea posible.

Se utilizó la prueba IGT del programa PEBL (Mueller, 2011, <http://pebl.sf.net/battery.html>), antes de comenzar la prueba se le presentó las siguientes instrucciones: “Vas a tomar parte de un experimento de apuestas en donde jugarás con ‘dinero virtual’. Comenzarás la prueba con \$2000 pesos. En cada ensayo, tendrás que elegir una carta de las cuatro barajas. Después de que elijas cada carta, tú recibirás una recompensa o un posible castigo. Tu meta en esta tarea es lograr la mayor acumulación de dinero posible”. Se prosiguió con las siguientes indicaciones: “A continuación en la pantalla se te presentarán cuatro mazos de cartas enumeradas del uno al cuatro, en la parte central de la pantalla se presentará la cantidad de dinero que tienes, y en la parte inferior se te presentará de forma acumulativa la ganancia o la pérdida de dinero, estos dos últimos los veras descender o aumentar según elijas las cartas, las cuales como se comentó anteriormente te pueden dar ganancias o pérdidas, estos resultados los observarás del lado izquierdo de la pantalla. En letras de color verde si se presenta una ganancia, de color rojo si se presenta una pérdida y de color negro cuando no se presenta ni una pérdida ni una ganancia”.

En lo referente a la retroalimentación, las cartas marcadas con el número uno y dos presenta una ganancia de +\$100 en cada elección que realice el sujeto, sin embargo en las cartas marcadas con el número uno presentan castigos frecuentes los cuales van desde -\$100 a -\$350; por el contrario las cartas marcadas con el número dos presentan un castigo “acumulado” que es de -\$1250, este castigo se presenta después de cierto número de elecciones de la misma baraja. Asimismo, las cartas marcadas con los números tres y cuatro, presentan una retroalimentación de +\$50 en cada elección que realice el sujeto, la baraja tres al igual que la uno presenta castigos frecuentes pero su magnitud es menor, ya que sus castigos van de -\$25 a -\$75, por último, las cartas de la baraja cuatro al igual que la baraja del número dos presenta un castigo “acumulado” de -\$250. Por lo cual las cartas que pertenecen a los mazos A y B son “cartas de alto riesgo”, mientras que los mazos C y D son “cartas que presentan bajo riesgo”. Los juegos de cartas A o B conducirán a pérdidas

mayores y las barajas C o D conducirán a ganancias pequeñas a lo largo del juego. La descripción gráfica de la prueba se presenta en la siguiente imagen (Figura 14).

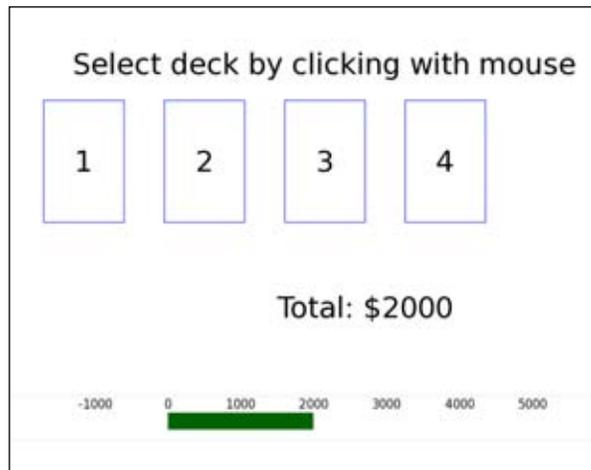


Figura 14. IGT de PEBL. Recuperada de <http://pebl.sourceforge.net/screens/iowa.jpg>

4.10.2 Paradigma *Stop Signal*:

Se empleó una tarea de ejecución continua de tipo *Go-Go*, donde los estímulos *Go* eran las letras mayúsculas X y O (de 1.25 pulgadas de alto) que se presentaron (en gris sobre fondo negro) en el centro de la pantalla durante 150 ms (posteriormente la pantalla quedaba en negro); los sujetos tuvieron que responder a los estímulos presentados en la pantalla presionando el botón derecho o izquierdo del mouse, según correspondía a cada letra (izquierdo para X y derecho para O).

El intervalo inter-estímulo variará entre 1900 ms y 2100 ms. Consecuentemente, cada ensayo incluía un periodo de 2050 ms a 2250 ms, en el cual los participantes tuvieron que responder a la tarea primaria (responder a la X y a la O según el caso).

La señal *Stop* (estímulo que indicaba al sujeto que debía detener su respuesta) era un tono de 50 ms de duración y 1000 Hz de frecuencia generado por la computadora y enviado a través de las bocinas a un volumen de audición confortable. La presentación de la señal *stop* fue a los 500, 400, 300 ó 200 ms después de presentar la señal *Go*.

El paradigma estuvo compuesto por 8 bloques, cada uno de los cuales constó de 192 estímulos, de los cuales el 75% (144) eran señales *Go* sin tono *Stop* y el otro 25% contenían la señal *Stop*. Estos últimos correspondían a 48 señales *Stop*, de las cuales 12 se presentaron a los 200 ms, 12 a los 300 ms, 12 a los 400 ms, y 12 a los 500 ms. Las cuatro diferentes demoras se introdujeron para conocer hasta cuál de ellas logró inhibir los participantes. La aparición en la secuencia de estímulos de ambos tipos de ensayo (ensayos *Stop* y ensayos *Go*) fue al azar.

Para el registro de esta prueba se utilizó el sistema de estimulación *Stim2*. En las siguientes tablas se presentan los datos anteriormente mencionados:

Estímulo Blanco	Duración	Señal Stop	Duración
“X” y “O”	150 ms	Tono	50 ms

Tabla 1. Tipo de estímulos, duración de la señal Stop, tipo de señal Stop y duración checar tesis Elena.

Ensayo Stop	Se presenta	Señal Stop	Respuesta
Aparece “X” u “O”	Una demora	Tono	No se Responde a los estímulos “X” u “O”

Tabla 2. Ensayo Stop, presentación, tipo de señal y respuesta a emitir.

Ensayo Go	Se presenta	Respuesta
Aparece “X” u “O”	Una demora	Se responde a los estímulos “X” u “O”

Tabla 3. Ensayo tipo Go, presentación y tipo de respuesta.

4.10.3 Tarea de Stroop

Es una medida del conflicto cognitivo y el control ejecutivo. En esta tarea se requiere de la inhibición de la información dada en un proceso automatizado de lectura.

En la condición incongruente (donde la palabra escrita no coincide con el color de la impresión) el conflicto entre la palabra escrita y la información del color requiere del control ejecutivo y un proceso de resolución de conflicto para ejecutarlo adecuadamente, esto seguido a un retraso en los tiempos de reacción en comparación con la condición congruente.

Se utilizaron dos pruebas *Stroop* tomadas de la batería neuropsicológica de evaluación de las funciones ejecutivas BANFE (Flores, Ostrosky, y Lozano, 2011). Estas pruebas constan de 84 estímulos cada una, los cuales son las palabras que están impresas en diversos colores (amarillo, azul, café, negro, rojo, rosa y verde).

Las instrucciones que se utilizaron para la prueba “A” fueron las siguientes: “tienes que leer la siguiente lista de palabras, columna por columna, pero, cuando observes una palabra que este subrayada en vez de leerla tendrás que decir el color de la tinta con la que está impresa, ¿listo?, empieza”.

Las instrucciones que se utilizaron para la prueba “B” fueron las siguientes: “tienes que leer la siguiente lista de palabras, columna por columna, pero, cuando yo (como instructor) coloque la pluma sobre una de las columnas, en vez de decirme las palabras me dirás el color de la tinta de cada una de las palabras de esa columna, ¿listo?, empieza”.

Durante la realización de la prueba se anotó la ejecución del sujeto en las hojas de evaluación, así como el tiempo que tardo este en desarrollar la tarea.

4.11 Procedimiento

Antes de comenzar se les proporcionó a los participantes un documento para que otorguen su consentimiento informado, en este se detalló en qué consistían las evaluaciones y la finalidad del estudio. Inmediatamente se le pedían los datos demográficos básicos del sujeto.

Posteriormente a los participantes se le exponía a la batería de tareas experimentales, y a la vez se presentaban de forma contrabalanceada la presencia de las tareas *Stroop* (debido a que se utilizaban dos formatos diferentes de esta tarea).

4.12 Materiales

- Subprueba de la Bateria de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE), *Stroop A* y *Stroop B* (Flores, Ostrosky, y Lozano, 2011) .
- *Iowa Gambling Task* versión electrónica (PEBL) (Mueller, 2011, <http://pebl.sf.net/battery.html>)
- Tarea *Stop Signal* (Romero, 2011).

4.13 Escenario

Se utilizó un cubículo para evaluación neuropsicológica (sonido amortiguado, con adecuada iluminación y ventilación) ubicado en el Laboratorio de Neurometría de la Unidad de Investigaciones Interdisciplinaria de las Ciencias de la Salud y la Educación (UIICSE), UNAM FES Iztacala.

V. RESULTADOS

5.1 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados, se utilizó el programa estadístico SPSS *Version 14.0 (IBM, 2005)*.

Las variables de las pruebas que se utilizaron para el análisis fueron:

El *Iowa Gambling Task (IGT)*, Es una prueba que evalúa la toma de decisiones de riesgo y que está relacionada con el funcionamiento de la corteza prefrontal y principalmente con su sustrato ventromedial, esta prueba se dividió en las siguientes variables para ser analizada: cartas de riesgo y monto final.

Tarea *Stroop*. Esta prueba evalúa la inhibición de una respuesta preponderante, se considera que evalúa la función de la CPFOf, en el caso de esta investigación se utilizaron dos versiones diferentes de la prueba las cuales se encuentran en la BANFE (Flores-Lázaro, Ostrosky-Solís, 2012). La prueba A presenta los estímulos neutros y conflictivos intercalados, mientras que en la versión B se presentan en listas separadas los estímulos neutros y los estímulos conflictivos. De tal forma que en sus dos versiones (A y B) se procedió a dividir las variables en: Errores Stroop, Errores No Stroop y Total Aciertos.

La Tarea *Stop Signal*, Es una esta prueba que evalúa la inhibición de una respuesta puesta en curso a partir de los diferentes tiempos de reacción y cuya dificultad aumenta cuando estos tiempos son más cortos, las variables que se analizaron fueron: errores de omisión, errores de comisión y aciertos Totales. Estas variables fueron analizadas en cada una de las presentaciones de la tarea (sin señal, 200, 300, 400 y 500 milisegundos señal stop).

Para el análisis de resultados, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para identificar si los datos muestran una distribución de tipo normal (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Batista Lucio (2011); Romero (2011)).

Después de utilizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov se procedió a realizar los estadísticos descriptivos de la muestra cómo se presenta en la tabla 1 siguiente:

	N	Media	Desviación Estándar
Cartas de Ventaja	14	54.00	8.302
Cartas de Riesgo	14	46.71	8.543
Monto Final	14	1821.43	627.637
Errores No Stroop A	14	1.43	1.016
Errores Stroop A	14	1.36	1.008
Aciertos Stroop Total A	14	80.00	2.449
Errores No Stroop B	14	.29	.611
Aciertos Stroop Total B	14	81.36	2.098
Errores Stroop B	14	1.71	1.267
Stop Sin Señal Stop Aciertos Totales	14	803.57	140.638
Stop Sin Señal Stop Errores de Omisión	14	21.07	39.480
Stop Sin Señal Stop Errores de Comisión	14	85.07	199.780
Stop Sin Señal Stop Errores Totales	14	106.14	218.808
Stop Aciertos 200	14	70.21	5.833
Stop Comisión 200	14	1.79	5.833
Stop Aciertos 300	14	68.64	8.643
Stop Comisión 300	14	3.36	8.643
Stop Aciertos 400	14	64.93	11.750
Stop Comisión 400	14	7.07	11.750
Stop Aciertos 500	14	57.21	17.357
Stop Comisión 500	14	14.79	17.357

Tabla 4: Se presenta las puntuaciones medias y la desviación estándar encontradas en las diversas variables.

Como se puede observar en la tabla 1 se encontró que la media de las cartas ventajosas fue de 54 con una desviación estándar de 8, la media de las cartas de riesgo fue de 47 con una desviación estándar de 9 y la media del monto final (cantidad final del puntaje de dinero virtual obtenido) fue de 1821 con una desviación estándar de 628.

En lo referente a los resultados encontrados en la prueba stroop se encontró lo siguiente (ver la tabla 1): de las variables errores no *stroop* A y B se encontró que la media de errores fue de 1.43/.29 y con una desviación estándar de 1.01/.611; por otro lado los errores stroop A y B presentan una puntuación media de errores cometidos de 1.36/1.71 con una distribución media de 1.00/1.26; en cuanto al total de aciertos *stroop* A y B se encuentra que su puntuación media de aciertos de 80/81 y una desviación estándar de 2 (2.44)/2 (2.09).

De los resultados encontrados en la prueba *Stop Signal* se presentan los siguientes resultados (ver la tabla 1): *Stop Signal* sin señal *Stop* aciertos totales presentan una media de 803.57 y una desviación estándar de 140.63; en lo referente a sus errores de omisión se puede observar una media de 21.07 con una desviación típica de 39.48; por otra parte sus errores de comisión presentan una media de 85.07 y una desviación típica de 199.78; y sus errores totales muestran una media de 106.14 y una desviación típica de 218.808.

En cuanto a los tiempos de reacción se evaluaron en aciertos y errores de comisión como se puede ver en la tabla 1: encontrando que el valor de la media de aciertos y errores de comisión de 200 milisegundos fue de 70.21/1.79 y con una desviación típica de 5.833 para ambos; en el caso de los aciertos y errores de comisión de 300 milisegundos encontramos que su media fue de 68.64/3.36 y cuya desviación estándar es de 8.643 para ambos; en lo referente a los valores de la media de los aciertos y errores de comisión de 400 milisegundos se encontró que se presentaron los siguientes valores 64.93/7.07 y con una distribución estándar de 11.750 para ambos, por último encontramos que la media de los aciertos y los errores de comisión de 500 milisegundos van de 57.21/14.79 y con una distribución estándar de 17.357 para ambos.

Posteriormente, se realizó la prueba estadística R de Pearson para encontrar la correlación entre todas las variables y las Cartas de Riesgo, presentándose los siguientes resultados (se omitieron las correlaciones menores de 0.4):

En lo referente a las correlaciones encontradas tenemos que las cartas de riesgo presentan una correlación de -0.950 sig. 0.000 con las cartas ventajosas como se puede observar en la Fig. 15, así mismo presenta una correlación de -0.661 sig. $.010$ con el monto final Fig. 16, con el total de aciertos en la prueba *stroop* B -0.474 sig. $.086$ Fig. 17 y finalmente con los errores de tipo *stroop* de la prueba *stroop* B $.539$ sig. $.047$ Fig. 18, siendo las demás correlaciones no significativas.

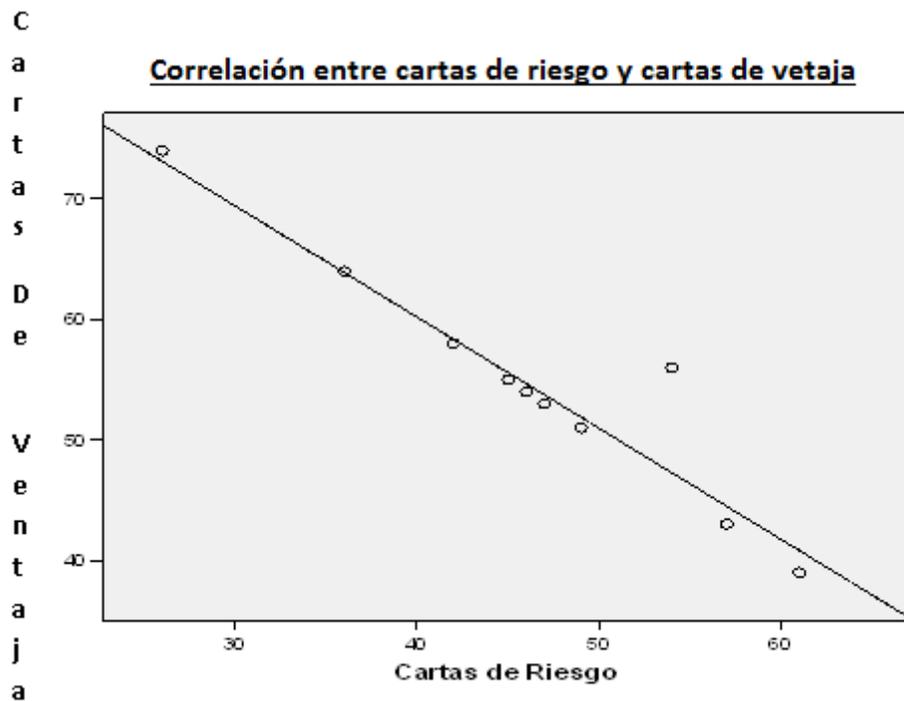


Figura 15. Correlación entre las cartas de riesgo y las cartas de ventaja

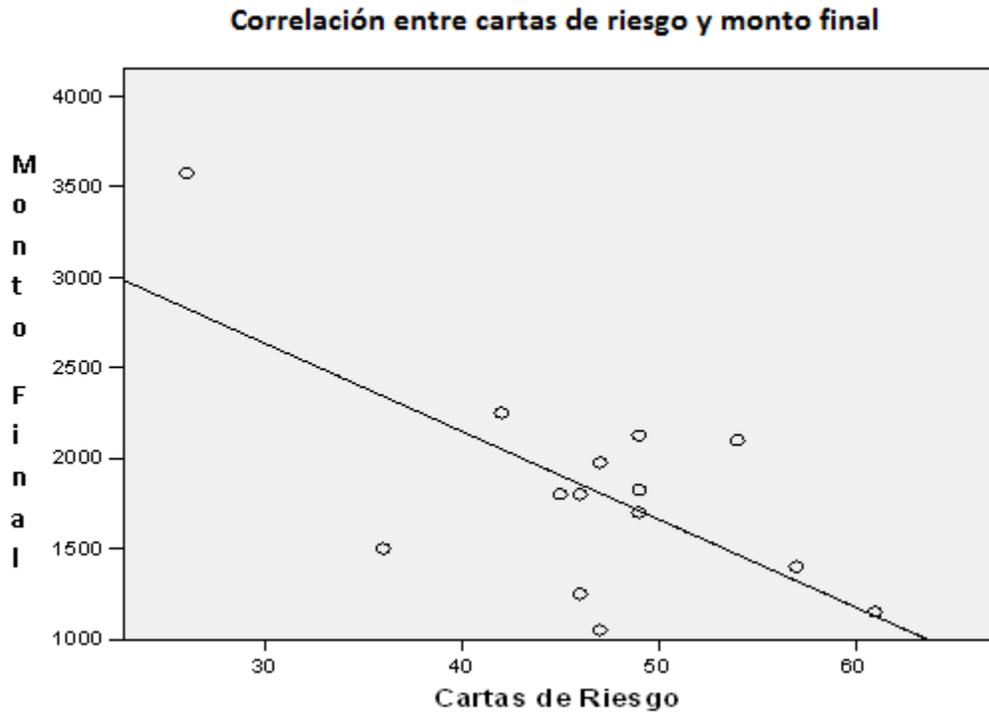


Figura 16. Correlación entre las cartas de riesgo y el monto final

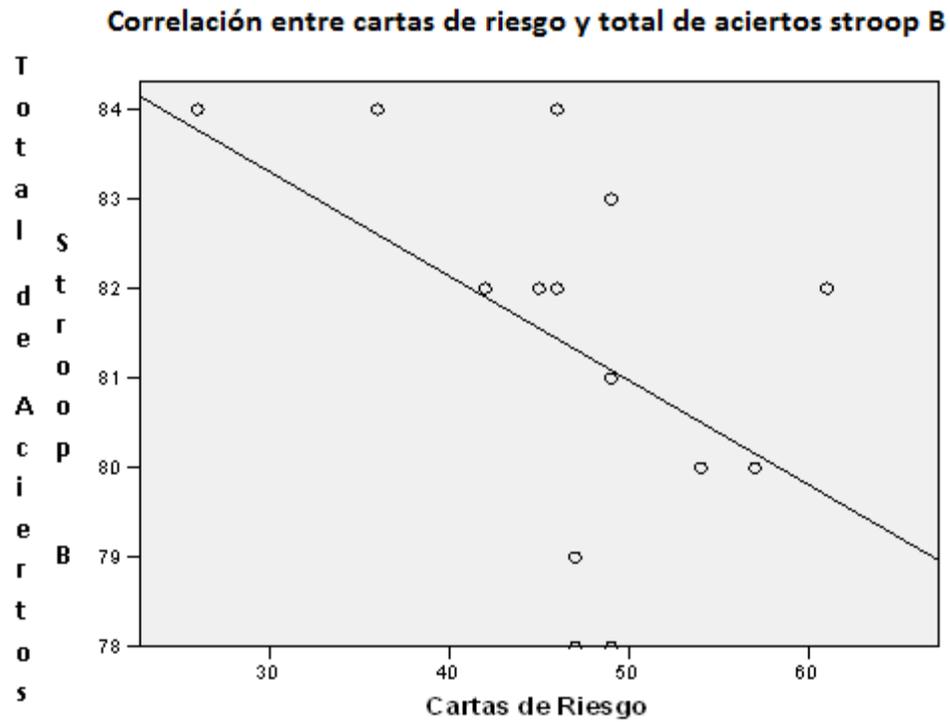


Figura 17 Correlación entre las cartas de riesgo y el total de aciertos stroop B

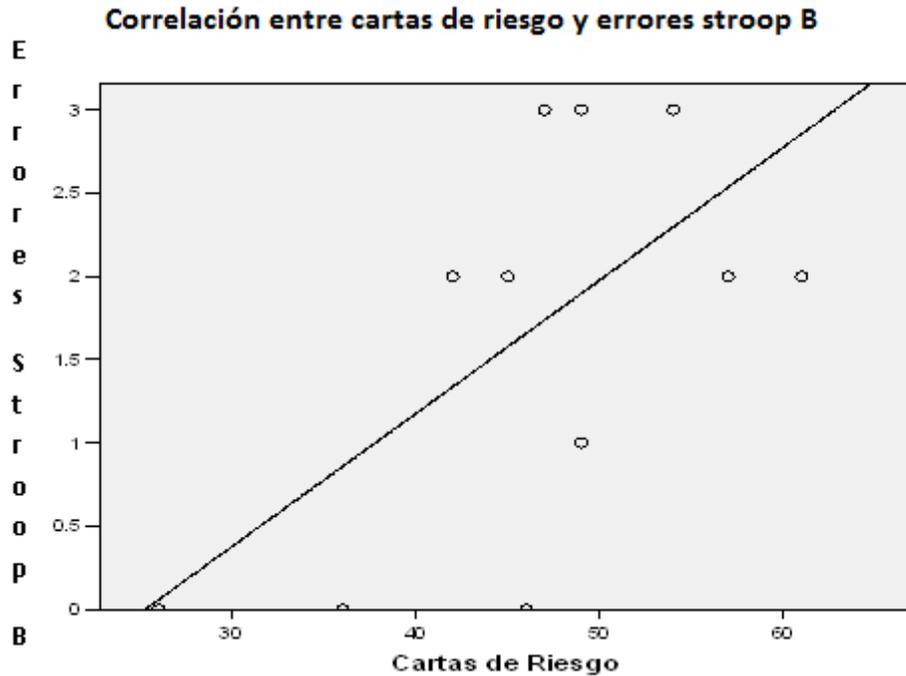


Figura 18 Correlación de cartas de riesgo y total de errores stroop B

A la par de estos resultados encontramos también que la prueba *Stroop A* presentan una correlación de .571 sig. 033 con los errores No *Stroop B* así como una correlación entre la *Stop* sin señal *Stop* errores de comisión de .530 sig. .051 y con la *Stop* sin señal stop errores totales presenta .527 sig. .053.

Y la prueba *Stroop B* presenta una correlación de -.461 sig. .097 con las cartas de ventaja, con *Stop* sin señal *Stop* errores de comisión presenta una correlación de -.421 sig. .134, con *Stop* sin señal *Stop* errores totales presenta una correlación de -.439 sig. .116. Estas correlaciones permiten ver que hay un control cognoscitivo sobre las acciones motoras, o un pensamiento previo a la acción (Hooper et al.,2004).

Posteriormente a este análisis se realizó una regresión lineal de las variables de interés (las cartas de riesgo, los errores *stroop B*) para observar el grado de relación que hay entre ellas, observándose que se presentó una R de .539 la cual es igual que al coeficiente múltiple (la R de Pearson), sin embargo, al realizar el coeficiente de determinación R^2 es de

.29 el cual nos permite considerar que la inhibición conductual evaluada a partir de la tarea stroop nos permite pronosticar en un 29% la conducta de tomar riesgos evaluada a partir del IGT, así mismo si observamos una B de 0.08 la cual nos deja ver que hay una relación positiva . De la misma forma se nos presenta una F con valor de 4.9 que contrasta la hipótesis nula y una $p < .26$ con error estándar de 1.11 y una beta de .539.

VI. Discusión

A partir de estos resultados podríamos considerar que la presente investigación encontró que la toma de decisiones de riesgo evaluada a partir de la prueba IGT presenta una correlación con el proceso de inhibición conductual. Sin embargo, ¿Cabría preguntarse con qué tipo de inhibición?, ya que como se ha observado en el capítulo dos de esta tesis, la inhibición presenta varios aspectos (Nigg, 2001; Lozano y Ostrosky, 2011) que van desde la inhibición de una respuesta preponderante, la cual es la supresión una respuesta automática por una respuesta adecuada al contexto (Barkley, 1997), hasta la inhibición de una respuesta puesta en curso, la cual, se considera la decisión de retrasar la respuesta en pos de obtener un mayor beneficio y evitar las consecuencias negativas al presentar estas conductas (Servera-Barceló, 2005).

Y a pesar de que varios expertos en la materia han considerado que la inhibición conductual en sus diferentes aspectos están relacionados con la toma de decisiones de riesgo (De-Lin, et al., 2009) algunos otros consideran que la inhibición conductual en sus diferentes aspectos difiere en la relación que tienen estas con la toma de decisiones de riesgo (Hooper, et al., 2004; Svaldi, Brand y Tsuchen-Caffier, 2010), por lo cual, la respuesta a la pregunta anterior (con ¿Qué tipo de inhibición se relaciona la toma de decisiones de riesgo?) y a partir de la evidencia empírica y de los resultados, encontramos que la toma de decisiones de riesgo evaluada por la prueba IGT esta relaciona con la inhibición de una respuesta preponderante, la cual está vinculada a diversas pruebas, tal es el caso de la prueba *stroop* y que se considera un tipo de inhibición cognoscitiva (Nigg, 2001) ya que los resultados presentan una correlación de .539 sig. .047 con los errores de la prueba *stroop* B y que a la vez presenta un valor predictivo de .292 de forma parcial y semiparcial de .257, mientras que por el otro extremo, no se encontró alguna relación entre la toma de decisiones de riesgo con la inhibición de una respuesta puesta en curso que normalmente se evalúa con la *Stop* task y que se considera un tipo de inhibición motora (Toplak et al., 2010).

De esta forma, podemos considerar que la inhibición de una respuesta preponderante influye hasta cierto punto a la toma de decisiones (De-Lin, et al., 2009) sin llegar a ser predominante o sumamente influyente, ya que la toma de decisiones es un

proceso complejo que necesita del trabajo coordinado de varias operaciones cognitivas o funciones ejecutivas (Damasio, 2007), y a la vez se observó que estas dos funciones ejecutivas (la inhibición y la toma de decisiones) aunque están ampliamente relacionadas no son un continuo, sino que son funciones independientes pero que se relacionan entre sí (interdependientes) para mejorar la ejecución de un organismo para maximizar las posibilidades de supervivencia o su adaptación al entorno en el que este vive (Ardila, 2008; Del Missier, Mäntylä y Bruine, de Bruin, 2010).

Dentro de este mismo punto, podemos considerar que la prueba utilizada en esta tesis para evaluar la toma de decisiones, es un subproceso de la toma de decisiones general, debido a que la IGT es considerada una prueba de toma de decisiones emocionales (Gordillo, et al. 2011) y afectivas (Toplak, et al. 2010), que evalúa FE “*Hot*” (Calientes) (Leshem, y Glicksohn, 2012), y que en este caso, se debería considerar no una prueba de toma de decisiones tal cual, sino, una prueba que evalúa la capacidad para detectar y evitar tomar decisiones de riesgo, así como para detectar y seleccionar las opciones benéficas (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008) en cierto modo, en el presente trabajo se evaluó no la toma de decisiones tal cual, sino, la toma de riesgo-beneficio (Gordillo, et al. 2011) y que se ha criticado sumamente el concepto de toma de decisiones utilizado por Damasio (Toplak et al. 2010), ya como lo hemos visto anteriormente, la toma de decisiones es un proceso sumamente complejo, debido a que involucra aspectos biológicos y aspectos socio-culturales (Steinberg, 2008), así como el choque de procesos heurísticos y analíticos (Paulus, 2005).

Así mismo, se puede considerar que para reducir el nivel de riesgo de cualquier situación es necesario realizar un análisis previo de la tarea y utilizar los aprendizajes previos que uno tenga sobre problemas parecidos (Horvath y Zuckerman 1996), sin embargo, en el presente trabajo algunos de los participantes no lograron disminuir los riesgos de la prueba IGT debido a que la prueba utilizada en este proyecto era una adaptación electrónica de la prueba original y el tipo de retroalimentación que ofrecía el programa no era tan fácil de asimilar o de asociar a la recompensa o al castigo (ya que solo se presentan palabras y números sin alguna característica física tangible, que pudiera fomentar al participante una mayor motivación como se observa en la versión original).

Por otra parte debemos recordar que esta prueba es de tipo experimental (prueba de laboratorio) y por ende se hace una valoración de la conducta fuera de contexto (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Batista Lucio, 1991; 2011) y debido a esto no se toma en cuenta la influencia del medioambiente en donde se maximizan este tipo de conductas (Mishra y Lalumière, 2011).

Omitiendo esta limitante, debemos de intuir que las decisiones que toman los jóvenes estudiantes posiblemente no son las mismas que las que toman los adultos generalmente, ya que estos últimos tienden a evaluar los entornos “peligrosos” antes que nada y de la misma forma los jóvenes universitarios son más sensibles a la recompensa que al costo de respuesta (Steinberg, 2008), aun así, los participantes se adaptaron al contexto (prueba de laboratorio), identificaron las opciones de respuesta (las cuatro barajas), identificaron o intuyeron las probabilidades de éxito/fracaso (el tipo de retroalimentación de las barajas) y dieron una valoración de sus respuesta a partir de estas probabilidades (Coutlee y Huettel, 2011).

En segundo lugar encontramos que los errores de la prueba *stroop* en su formato B, encuentra una correlación fuerte con la toma de decisiones de riesgo (.539 sig. .047). Estos datos nos permiten considerar que el formato B de la prueba *Stroop* utilizada en este trabajo, permite evaluar tangencialmente, pero no con exactitud la toma de decisiones riesgo-beneficio, ya que la habilidad de inhibir es necesaria en los diversos niveles de procesamiento de la toma de decisiones (Bechara, et al., 1994; Del Missier, Mäntylä y Bruine, de Bruin, 2010), ya que como se ha comentado tanto la toma de decisiones como la inhibición de una respuesta preponderante presentan una neuroanatomía en común como es la CPFOF, la amígdala, el cíngulo anterior y otros sustratos que se activan con las pruebas que evalúan estas funciones (Wager, et al., 2005; Yoo, et al., 2012), por otro lado tenemos que las pruebas específicamente evalúan una FE, sin embargo, estas evalúan de forma paralela otras funciones, dado que estas trabajan de forma coordinada (Damasio, 2007; Ardila y Ostrosky-Solís, 2008; Lozano y Ostrosky, 2011) y por ende, es sumamente difícil desarrollar una prueba que evalúe de forma específica cualquier FE.

La toma de decisiones evaluadas con el IGT, así como la inhibición conductual evaluada por la prueba *Stroop*, son parecidas en las normas de acción-selección, como lo

comenta Coutlee y Huettel (2011), ya que ambas pruebas tienen una meta a conseguir, los sujetos tienen que integrar las experiencias pasadas para mejorar su ejecución en el momento presente, así como la adaptación de la respuesta presentada para lograr el objetivo y el uso de la retroalimentación para modificar dicha respuesta (aun cuando no se presente directamente) (Coutlee y Huettel, 2011).

Por otro lado, encontramos de forma tangencial que la inhibición de una respuesta preponderante evaluada por las pruebas *Stroop* tienen una correlación con la inhibición de una acción puesta en curso que es evaluada por la prueba *Stop* como se observa en las correlaciones anteriormente mencionadas, este tipo de relación es debida a que la inhibición cognitiva es anticipatoria para la inhibición motora como lo comenta Hooper et al.,(2004).

Esto es debido tal vez, a que los diversos tipos todas las inhibiciones comparten algunos sustratos neuroanatómicos como son: la ínsula, la CPF anterior, el cíngulo anterior, la CPFDL derecha y el putamen (Goghari y MacDonald III, 2009), cíngulo anterior (Swick, Ashley y Turken, 2011).

En lo referente a las pruebas de ejecución continua (como la Go/NoGo) se ha observado que se activan tanto el glóbulo parietal derecho (Durstun, et al., 2002), el tálamo, la corteza parietal inferior izquierda, la CPF anterior izquierda, la ínsula bilateral y medial, el cíngulo posterior, la CPFDL (Swick, Ashley y Turken, 2011), ganglios basales, la CPFVL (Coutlee y Huettel, 2011), la CPFL, la CPFDM, la CPFFM, el giro frontal inferior derecho, el estriado y la región del núcleo subtalamico, el parietal giro frontal medio derecho, derecho inferior y medio, inferior izquierdo y la ínsula izquierda (Swick, Ashley y Turken, 2011).

Mientras que en las pruebas Stroop las zonas que se activan normalmente son la CPFDL de forma bilateral y las áreas bilaterales de la área visual de asociación, el vermis cerebeloso, el giro temporal derecho, inferior medio, medio izquierdo y medio superior, el putamen izquierdo y el giro frontal medio derecho (Strkowski, et al., 2005).

Aun así y como lo comenta Coutlee y Huettel (2011) la función ejecutiva de la inhibición conductual ha sido muy difícil de cartografiar dentro de la corteza cerebral.

Así mismo podemos observar que tanto este tipo de inhibición (Inhibición de una respuesta preponderante) y la toma de decisiones, comparten sustratos neuroanatómicos, los cuales, se identificaron a partir de estudios de tomografía por emisión de positrones (PET) que son CPFOF, CPFDL, el cíngulo anterior, la ínsula, la corteza parietal inferior y el tálamo (Hooper, et al., 2004). Esto es debido a que tanto la toma de decisiones como la inhibición conductual maximizan el desempeño del organismo para poder obtener un mejor rendimiento ante cualquier tarea que presente un reto o que afecte su supervivencia (Damasio, 2007), llevando al sujeto a elegir un plan de acción, a través de la selección de opciones de conducta viables, factibles y “correctas” socialmente hablando (Ardila, 2008; Del Missier, Mäntylä y Bruine, de Bruin, 2010).

Aunque específicamente se ha encontrado en estudios de neuroimagen funcional que en las pruebas de IGT se encuentra la activación de la CPFL y la CPFDM, así mismo se considera que este proceso tiene una convergencia rostral-caudal y motora dorsal, la CPF frontopolar (Coutlee y Huettel, 2011), de la misma forma se considera que una decisión exploratoria activa la corteza frontopolar de forma bilateral y medial intraparietal secular y la activación de las regiones parietal y premotor predicen un cambio de estrategia (Coutlee y Huettel, 2011). Otras zonas que se activan cuando se realiza la toma de decisiones con el IGT son la CPFVM, CPFFL izquierda, CPFDM las cuales se relacionan con la incertidumbre (Northoff, et al., 2006).

No obstante, es importante señalar que no se ha encontrado alguna relación lineal entre la toma de decisiones y la inhibición conductual en general (Svaldi, Brand y Tsuchen-Caffier, 2010) como se puede observar en los resultados del presente trabajo, el cual, encontró que la relación predictiva entre la inhibición de una respuesta preponderante y la toma de riesgo-beneficio es baja (.29); aunque por otro lado sigue la controversia ya que Ibanez, et al., (2012), consideran que el control inhibitorio esta correlacionado negativamente con la discriminación de la pérdida/ganancia.

Estos resultados presentan un uso adicional al ámbito teórico, ya que nos permite observar de forma subyacente a las conductas de riesgo, ya que la toma de decisiones de riesgo están involucradas en un sin número de operaciones en donde los individuos que la exhiben no suele meditar o tomar un tiempo para emitir sus conductas (Corona & Peraltav,

2011), sino que actúan impulsivamente (Horvath y Zuckerman, 1996; Dimoska y Johnstone, 2007), de tal forma que los llevan a perder una mayor ganancia a largo y mediano plazo en pos de una ganancia superflua o momentánea debido principalmente a que presentan una incapacidad para demorar la búsqueda de reforzadores (Servera-Barceló, 2005).

Este tipo de conductas suele presentarse principalmente desde la juventud y se mantienen en la etapa adulta (Corona & Peraltav, 2011) generando cada año 2,6 millones de defunciones entre los jóvenes de 15 años y los adultos jóvenes de 24 años (OMS, 2011).

Están relacionadas con diversas causas que van desde las cuestiones culturales (Rodríguez, et al., 2009), hasta cuestiones biológicas como son la maduración de la CPF, las FE (Corona & Peraltav, 2011) y la cuestiones hormonales (Gil-Verona et al., 2002) y por eso mismo se consideran multicausales (Steinberg, 2008).

En lo referente a la muestra podemos comentar que los resultados que se encontraron solo se pueden aplicar a la muestra misma, debido a que para poder generalizar los resultados a una población se necesita una muestra más amplia, sin embargo, las virtudes de esta investigación es que nos permite representar en un nivel exploratorio las características de la población elegida (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Batista Lucio, 1991; 2011).

VII. CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo, se ha resaltado que tanto la toma de decisiones como la inhibición conductual son necesarias para regular la conducta, siendo la segunda sumamente necesaria para desarrollar la habilidad de seguir y aplicar reglas al tomar alguna decisión (Del Missier, Mäntylä y Bruine de Bruin, 2010) y por ende esta habilidad de inhibir sirve para mantener aparte la información irrelevante y mantener la información necesaria activa para obrar de forma correcta (De-Lin et al., 2009; Del Missier, Mäntylä, y Bruine de Bruin, 2010), por esto mismo, se considera que la inhibición conductual es la base para procesos cognitivos más complejos (Ardila y Ostrosky, 2008).

Así mismo, aunque se intentó encontrar una correlación positiva o negativa entre la toma de decisiones y la inhibición conductual en cualquiera de sus dos modalidades, solo se encontró una relación regular entre la inhibición cognoscitiva (una respuesta preponderante) y ninguna relación con la inhibición de una respuesta puesta en curso (inhibición motora), de tal forma que nuestros resultados están de acuerdo parcialmente con lo que comenta Hooper, et al., (2004) y De-Lin et al., (2009) de que la inhibición y la toma de decisiones son diferentes FE, pero, que trabajan a la par y que refutan lo que comenta Toplak et al., (2010) de que estas dos FE no tiene alguna relación entre sí.

Y sin embargo, hay que tener en cuenta que aunque sean o no FE diferentes, estas trabajan a la par y en conjunto con otras FE como son el flexibilidad, la memoria de trabajo y otras más (Bechara, Tranel y Damasio, 2000; Hooper, et al., 2004), así mismo hay que tomar en cuenta que las pruebas de ejecución continua evalúan la atención sostenida y la impulsividad y no la toma de decisiones (Sannon, et al., 2010) y que están relacionadas con las conductas de riesgo la impulsividad (Dimoska y Johnstone, 2007).

Por otro lado hay que tener en cuenta que debido a que somos seres que prestan atención a su presente, pasado y futuro, cada uno como individuo elaboramos y desarrollamos un repertorio conductual, que tendemos a adaptar según nuestros entornos para adaptarnos y sobrevivir a las situaciones novedosas en las que vivimos (Bunges, 2006) y como varios colegas han comentado las cuestiones biológicas aunque son determinantes en un momento se subordinan a cuestiones de índole psicosocial

VIII. FUTURAS INVESTIGACIONES

Para las futuras investigaciones devenidas de esta se recomienda que en primer lugar se utilice el mismo protocolo de investigación aunado con la FE de flexibilidad cognitiva ya que se cree que está relacionada con la toma de decisiones (Del Missier et al., (2010), así como la comparación entre los dos sexos en lo referente al mantenimiento y manipulación de estas representaciones cognitivas (Bunges, 2006).

Por otra parte, se podría desarrollar un cuestionario o un inventario de conductas de riesgo e implementarlos en diversas carreras, ya que se considera que la elección de la carrera también tiene un sesgo en la elección de conductas de riesgo (Cruz et al., 2008), adicionalmente se podría evaluar dentro de este instrumento si la personalidad (Ibanez, et al., 2012) y algunos otros factores como: ser soltero, presentar alguna condición socioeconómica de pobreza, desempleo o si se vive en contextos rurales (Gómez, 2011) están correlacionadas con la toma de decisiones de riesgo.

IX. EPILOGO

Dice Umberto Eco (1977) que todos dejamos un poco de nosotros mismo cuando escribimos y que uno debe de pensar en las personas que van a leer nuestros documentos, ya que gracias a ellos nuestra investigación tuvo y tendrá lectores que podrán criticar lo que se hizo, por ende, siempre es bueno dejar un cierre que permita saber que no solo es un escrito científico de divulgación, sino, que es ante todo y parte del escritor, parte de la facultad, parte de lo que uno ama y que por ende deja un fragmento de sí mismo en lo que hace, por eso, querido lector, espero, que esto que lees te sea de utilidad, que allá sido amena la lectura y recuerda que la empresa de cualquier ciencia es llevar la luz allá en donde las tinieblas de la ignorancia se arremolinan.

En este caso, ha pasado tanto tiempo desde que la empresa neuropsicológica y de las neurociencias dieron inicio, desde científicos como Luria y Lezak, pasando hasta los renombrados Bechara y Damasio, cada uno de nosotros aportamos un fragmento a esta gran edificación dejando ver que el cerebro no solo es un órgano más del cuerpo, sino, que es el centro de la personalidad, que está ligado a un sin número de funciones y que el fin último de esta gran empresa es lograr dar una relación entre conducta y neuroanatomía (Damasio, 2007).

Y que a la vez requiere de la coordinación de varios subprocesos para lograr un objetivo particular (Elliott 2003, en Ardila y Ostrosky-Solis, 2008).

BIBLIOGRAFÍA.

- Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and cognition*. 92-99.
- Ardila, A. y Ostrosky-Solís, F. (2008). Desarrollo histórico de las Funciones Ejecutivas. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*. 1-21.
- Aron, A. (2007). The neural basis of inhibition in cognitive control. *The Neuroscientist*. 1-15.
- Barkley R. (1997) Behavioral inhibition, sustained attention, and Executive Functions: constructing a unifying theory of ADHD.
- Bausela, E. (2005). Desarrollo evolutivo de la función ejecutiva. *Revista galego-portuguesa de psicología e educación*. 85-93.
- Bausela E. y Santos, J. (2006). Utilidad del stroop en la psicología clínica. *Avances en salud mental relacional*. 5 (1).
- Bechara, A., Damasio, A., Damasio, H. y Anderson, S. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*. 7-15.
- Bechara, A., Damasio, H. y Damasio, A. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral cortex*. 295-307.
- Bechara, A. Tranel, D. y Damasio, H. (2000). Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesion. *Brain*. 123, 2189-2202.
- Bissett, P. y Logan, G. (2011). Balancing cognitive demands: control adjustments in the stop-signal paradigm. *Journal of experimental psychology: learning, memory and cognition*. 37 (2). 392-404.
- Bryce, D., Szücs, D., Soltész, F. y Whitebread, D. (2011). The development of inhibitory control: an averaged and single-trial lateralized readiness potential study. *Neuroimage*. 671-685.

- Burges, L. (2006). Diferencias mentales entre los sexos: innato versus adquirido bajo un enfoque evolutivo. *Ludus Vitalis*. 43-73.
- Coelho, L., Fernández, C., Ribeiro, C. y Perea, M. (2006). El modelo de Alexander Romanovich Luria (revisitado) y su aplicación a la evaluación neuropsicológica. *Revista galego-portuguesa de psicología e educación*. 11-12 (13) 1138-1663.
- Corona, F., & Peraltav, E. (2011). Prevención de conductas de riesgo. *Revista medico clínico condes* , 68-75.
- Cortada de Kohan, N. (2008). Los sesgos cognitivos en la toma de decisiones. *International journal of psychological research*. 68-73.
- Coutlee, C. y Huettel, S. (2011). The functional neuroanatomy of decision making: prefrontal control of thought and action. *Brain research*. 1438. 3-12.
- Cruz, R., Ávila, M., Cortés, M., Vázquez, R. y Mancilla, J. (2008). Restricción alimentaria y conductas de riesgo de trastornos alimentarios en estudiantes de nutrición. *Psicología y salud*. 189-198.
- Damasio, A. (2007). *El Error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*. España: Editorial Crítica.
- Del Missier, F., Mäntylä, T. y Bruine de Bruin, W. (2010). Executive functions in decision making: an individual differences approach. *Thinking y reasoning*. 69-97.
- De-Lin, S., Zu-Ji, C., Ning, M., Xiao-Chu, Z., Xian-Ming, F. y Da-Ren, Z. (2009). Decision-making and prepotent response inhibition functions in excessive internet users. *MBL Communications, Inc*. 75-81.
- Dimoska, A. y Johnstone, S. (2007). Neural mechanisms underlying trait impulsivity in non-clinical adults stop-signal performance and event-related potentials.
- Durstun, S., Thomas, K., Yang, Y., Ulug, A., Zimmerman, R. y Casey, B. (2002). A neural basis for the development of inhibitory control. *Developmental science*. F9-F16.
- Eco, U. (1977). *Como se hace una tesis*. Gedisa: España.

- Flores, J., Ostrosky-Solís, F. y Lozano, A. (2008). Batería de funciones ejecutivas y frontales. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*. 8 (1). 141-158.
- García, A., Enseñat, A., Tirapu, J., & Roig, T. (2009). maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *revista de Neurología* , 433-440.
- García-Molina, A., Rodríguez, P., Vendrell, P., Junqué, C. y Roig-Rovira, T. (2008). Disfuncion orbitofrontal en la esclerosis múltiple: iowa gambling task. *Psicothema*. 445-449.
- Gil-Verona, J., Pastor, J., De Paz, F., Barbosa, M., Macías, J., Maniega, M., Rami-González, L., Boget, T. y Picornell, I. (2002). Psicobiología de las conductas agresivas. *Anales de psicología*. 18 (2), 293-303.
- Goghari, V. y MacDonald III, A. (2009). The neural basis of cognitive control: response selection and inhibition. *Brain and cognition*. 72-83.
- Gómez, E., Ostrosky, F., y Próspero, O. (2003). Desarrollo de la atención, la memoria y los procesos inhibitorios: relación temporal con la maduración de las estructuras y funciones cerebrales. *Revista de neurología*, 561-667.
- Gómez, L. (2011). Diferencias de sexo en conductas de riesgo y tasas de mortalidad diferencial entre hombres y mujeres. *Fundación MAPFRE, Instituto de las ciencias del seguro*. 168. 1-146.
- Gordillo, F., Arana, J., Salvador, J. y Mestas, L. (2011). Emoción y toma de decisiones: teoría y aplicación de la iowa gambling task. *Revista electrónica de psicología Iztacala*. 333-353.
- Guerra, P., Martín, M. y Arnaiz, A. (2011). La inhibición conductual. El estado de la investigación. *Revista de psicología*. 88-109.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Batista, P. (1991). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill: México.

- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Batista, P. (2011). Metodología de la investigación. McGraw-Hill: México.
- Hooper, C., Luciana, M., Conklin, H. y Yarger, R. (2004). Adolescents performance on the iowa gambling task: implications for the development of decision making and ventromedial prefrontal cortex. *Developmental psychology*. 1148-1158.
- Horvath, P. y Zuckerman, M. (1996). Búsqueda de sensaciones, valoración y conducta de riesgo. *RET, Revista de toxicomanías*. 26-38.
- Ibanez, A., Cetkovich, M., Petroni, A., Urquina, H., Baez, S., Gonzalez-Gadea, M., Kamienkowski, J., Torralva, T., Torrente, F., Strejilevich, S., Teitelbaum, J., Hurtado, E., Guex, R., Melloni, M., Lischinsky, A., Sigman, M. y Manes, F. (2012). The neural basis of decision-making and reward processing in adults with euthymic bipolar disorder or attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *PloS One*. 7 (5): e37306.
- IBM. (2005). SPSS.
- Jonkman, L. (2006). The development of preparation, conflict monitoring and inhibition from early childhood to young adulthood; a Go/Nogo ERP study. *Experimental brain research*. 19 (2), 181-193.
- Leshem, R. y Glicksohn, J. (2012). A critical look at the relationship between impulsivity and decision-making in adolescents: are they related of separate factors?. *Developmental neuropsychology*. 37:8, 712-731.
- Lozano, A. y Ostrosky, F. (2011). Desarrollo de las funciones ejecutivas y de la corteza prefrontal. *Revista de neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*. 159-172.
- Lozano, A. y Ostrosky, F. (2012). Efecto del nivel socioeconómico en el control inhibitorio durante la edad preescolar. *Acta de investigación psicológica*. 521-531.
- Martínez-Selva, J., Sánchez-Navarro, J. , Bechara, A. y Román, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revisión en neurociencias*. 42 (7): 411-418.

- Mishra, S. y Lalumière, M. (2011). Individual differences in risk-propensity: associations between personality and behavioral measures of risk. *Personality and individual differences*. 869-873.
- Mueller, S. (2011). The PEBL Bechara Gambling Task (PBGT). Computer software retrieved from <http://pebl.sf.net/battery.html>.
- Nigg, J. (2001). Is ADHD a disinhibitory disorder?. *Psychological Bulletin*. 571-598.
- Northoff, G., Grimm, S., Boeker, H., Schmidt, C., BERPohl, F., Heinzl, A., Hell, D. y Boesiger, P. (2006). Affective judgment and beneficial decision making: ventromedial prefrontal activity correlates with performance in the iowa gambling task. *Human brain mapping*. 27: 572-587.
- Organización Mundial de la Salud (2011). Riesgos para la salud de los jóvenes. Rescatado el día 9 de agosto de 2011 de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs345es>.
- Paulus, M. (2005). Neurobiology of decision-making: quo vadis?. *Cognitive brain research*. (23) 2-10.
- Pérez, M., Bittencourt, J., y Flores, J. (2011). Daño prefrontal al inicio de la adolescencia: comparación de dos casos. *Revista de neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*. 35-48.
- Periáñez, J. A. y Barceló, F. (2004). Electrofisiología de las funciones ejecutivas. *Revista de neurología*, 359-365.
- Pirtošek, Z., Georgiev, D. y Gregorič-Kramberger, M. (2009). Decision making and the brain: neurologists' view. *Interdisciplinary description of complex systems*. 7(2) 38-53.
- Rebollo, M. y Montiel, S. (2006). Atención y funciones ejecutivas. *Revista de neurología*. S3-S7.
- Rivadulla, C. (2012). El año del cerebro. EducaBarrié. Rescatado el día 13 de marzo de 2012 de <http://minerva.fbarrie.org/minerva/el-a%C3%B1o-del-cerebro>

- Romero, H. (2012). La inhibición conductual y la atención en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad: un estudio con potenciales relacionados a eventos. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.
- Ruiz, M., Muñoz, J. y Tirapu, J. (2001). Memoria y lóbulos frontales. *Revista de psicología general y aplicada*. 54 (4). 193-206.
- Sánchez-Navarro, J. y Román, F. (2004). Amígdala, corteza prefrontal y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional. *Anales de psicología*. 223-240.
- Sannon, P., Shoenfeld, N., Rosenberg, O., Kerzman, S. y Kotler, M. (2010). Pathological gambling: an impulse control disorder? Measurement of impulsivity using neurocognitive tests. (12) 243-248.
- Servera-Barceló, M. (2005). Modelo de autorregulación de Barkley aplicado al trastorno por déficit de atención con hiperactividad: una revisión. *Revista de neurología*. 358-368.
- Sousa, D. (2002). *Como aprende el cerebro*. Corwing Prees: España.
- Steinberg, L. (2008). A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking. *NIH Public Access*. 78-106.
- Strike, W., Fallgatter, A., Brandeis, D. y Pascual-Marqui, R. (1998). Three-dimensional tomography of event-related potentials during response inhibition: evidence for phasic frontal lobe activation. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. 108. 406-413.
- Strkowski, S., Adler, C., Holland, S., Mills, N., DelBello, M. y Eliassen, J. (2005). Abnormal fMRI brain activation in euthymic bipolar disorder patients during a counting stroop interference task. *Am J Psychiatry*. 162 (9), 1697-1705.
- Svaldi, J., Brand, M. y Tuschen-Caffier, B. (2010). Decision-making impairments in women with binge eating disorder. *Appetite*. 5484-92.

- Swick, D., Ashley, V. y Turken, U. (2011). Are the neural correlates of stopping and not going identical? Quantitative meta-analysis of two response inhibition task. *Neuroimage*. 56: 1655-1665.
- Tirapu-Ustárroz, J., Muñoz-Céspedes, J. y Pelegrín-Valero, C. (2002). Funciones ejecutivas: necesidad de una integración conceptual. *Revista de neurología*. 673-685.
- Tirapu-Ustárroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T. y Pelegrín-Valero, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (I). *Revista de neurología*. 684-692.
- Tirapu-Ustárroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T. y Pelegrín-Valero, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (II). *Revista de neurología*. 742-750.
- Toplak, M., Sorge, G., Benoit, A., West, R. y Stanovich, K. (2010). Decision-making and cognitive abilities: a review of associations between iowa gambling task performance, executive functions, and intelligence. *Clinical psychology review*. 562-581.
- Trujillo, N., & Pineda, D. (2008). Función ejecutiva en la investigación de los trastornos del comportamiento del niño y del adolescente. *revista de neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias* , 77-94.
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M., Van Breukelen, G., y Jolles, J. (2006). The stroop color-word test: influence of age, sex and education; and normative data for a large sample across the adult age range. *Assessment*. 13. 62-79.
- Vélez, A., Borja, K. y Ostrosky-Solís, F. (2010). Efectos del consumo de marihuana sobre la toma de decisión. *Revista mexicana de psicología*. 309-315.
- Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema* , 227-235.

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, 323–340.

Waxman, S. (1998). *Neuroanatomía correlativa. Manual moderno*: Colombia.

Yoo, C., Gonzalez, R., Bechara, A., Berns, G., Dagher, A., Dubé, L., Huettel, S., Kable, J., Liberzon, I., Plassmann, H., Smidts, A. y Spence, C. (2012). Decision neuroscience and consumer decision making. *Mark Lett.* (23) 473-485.