



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

TOMA DE DECISIONES EN CONTEXTO SOCIAL Y SUS CORRELATOS NEURALES EN PACIENTES CON ANTECEDENTE DE CONSUMO DE CANNABIS.

Karen Cristina Jácome Durán

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina
Maestría en Neurociencias
Bogotá, D.C.

2017

Toma de decisiones en contexto social y sus correlatos neurales en pacientes con antecedente de consumo de cannabis.

Karen Cristina Jácome Durán

Tesis de investigación presentada como requisito para optar al título de:
Magíster en Neurociencias

Directores:

MSc. Miguel Cote Menéndez.

PhD. Hernando Santamaría García

Grupo de investigación de sustancias psicoactivas - Departamento de Toxicología.

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Maestría en Neurociencias

Bogotá, D.C.

2017

A Dios por mantenerme fuerte y enseñarme a reconocer mis limitaciones para superarlas.

A mis padres, hermanos y sobrinas por quienes soy y seguiré siendo.

Agradecimientos

A Dios que fue mi soporte para poder culminar este reto tan importante para mí. Por permitirme esta oportunidad de aprender de mí misma, confiar en mis habilidades y modificar mis limitaciones.

A mi familia: Samuel Jácome, Belinda Durán, Sinela y Samuel Jácome Durán, María Paula y Mariángel, que me han apoyado espiritual y emocionalmente. La distancia nunca podrá romper el lazo de amor que nos une.

A mis tutores, Hernando Santamaría García por sus enseñanzas, acompañamiento y rigurosidad; y al Dr. Miguel Cote Menéndez por su responsabilidad, confianza y disposición a lo largo de este proceso de formación investigativa.

Al departamento de Toxicología de la Universidad Nacional y al Grupo de Sustancias Psicoactivas por su apertura y refugio. A Katherin, Mayury y Luz Helena por su constante apoyo.

A la Vicedecanatura de Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia por la financiación de este proyecto.

Al Laboratorio de Psicología Experimental de la Universidad El Bosque por su amable colaboración y por compartirme su experiencia.

Al Ingeniero Armando Quiñonez por apoyarme en la elaboración de la tarea experimental, y por su don de gente para darme aliento cuando decaía.

A mi amiga Clara Hernández por su invaluable apoyo, su empatía y solidaridad que me acompañó durante este proceso investigativo.

A los participantes de este estudio, a quienes les debo todo el respeto y agradecimiento por colaborar en este proyecto. Y a quienes me ayudaron a convocarlos.

Dios los bendiga.

Resumen

El consumo de cannabis continúa siendo una práctica que incide en la cognición y el comportamiento adaptativo de sus usuarios. Esta investigación evaluó el impacto que ejerce el contexto social sobre la toma de decisiones en 20 usuarios de cannabis y 33 sujetos control, entre los 18 y 40 años de edad.

Se llevó a cabo un nuevo procedimiento en el que una tarea clásica de toma de decisiones -Iowa Gambling Task (IGT)- se realizó en un contexto de observación externa (contexto social). Además se analizó la dinámica neural temporal durante la realización de la tarea en la situación contextual haciendo uso de Potenciales Relacionados a Eventos (ERPs por sus siglas en inglés).

Los resultados mostraron que en el grupo de consumidores no hubo diferencias en el rendimiento ni en el tiempo de respuesta en la tarea en contexto social en comparación con la realización de la tarea de la manera clásica. En contraste, en el grupo de no consumidores los resultados mostraron un mejor puntaje y mayores tiempos de respuesta en los participantes que presentaron la prueba de la manera clásica en comparación con la realización de la tarea en contexto social.

El análisis de los potenciales relacionados a eventos mostró un curso neural diferencial para el procesamiento de los estímulos y la integración de información relacionada con la respuesta y la retroalimentación de la tarea de toma de decisiones en los grupos de evaluación. En el grupo de usuarios de cannabis el análisis general mostró diferencias significativas para el componente de respuesta (ERN) cuyas amplitudes de onda fueron mayores cuando la tarea se realizó en contexto social. En contraste, en el grupo control, los componentes de procesamiento del estímulo (P3) y los componentes de respuesta (ERN) y retroalimentación (fERN) mostraron menores amplitudes en el contexto social.

Los resultados de este estudio sugieren que a diferencia de los controles sanos, los usuarios de cannabis tienen poca sensibilidad a la toma de decisiones en contexto social. Además, los resultados relacionados con los ERPS muestran que el contexto social en general pareciera afectar predominantemente los componentes de respuesta como la onda ERN, que se sabe es sensible a la información de recompensa. En sujetos control los cambios en los ERPs en contexto social están relacionados con los resultados comportamentales. En contraste, en el grupo de consumidores la modulación de los componentes de respuesta parece no generar cambios en el comportamiento. Este estudio revela por primera vez las huellas comportamentales y neurales que se asocian a la pobre respuesta a la información social en escenarios de toma de decisiones en consumidores de cannabis.

Palabras clave: toma de decisiones, contexto social, potenciales relacionados a eventos, cannabis.

Abstract

Cannabis use remains a frequent practice, with proven effects over cognition and adaptive behavior. The present work assessed the impact of the social context over decision making process in 20 cannabis users and 33 control subjects, between 18 and 40 years old.

A new experimental paradigm was used involving the classical Iowa Gambling Task (IGT) but under an external observation context (social context decision making). Meanwhile, the temporal neural dynamic was analyzed during the task execution measuring specific Event Related Potentials (ERPs).

Results presented no differences for the cannabis users group in regard to performance or response time, when the task was carried out under social context condition. In contrast, control group showed lower performance scores and longer response time during the classical task condition.

ERPs analyses indicated different neural course for stimuli processing and information integration in relation to response and feedback involved in decision making processes for the assessed groups. In regard to the cannabis users group, analyses showed significant differences in the ERN component, having greater amplitude for the social context condition. Group control exhibited, instead, a diminished P3 component, diminished ERN and fERN, under the social context task.

These results suggest a reduced sensibility for social context decision making of cannabis user in comparison to non-users. Furthermore, the resultant ERPs point to the effect of social context as a modulatory element being able to influence ERN, which is known as a measure of reward sensitivity. In regard to the control group, ERPs changes among conditions were congruent with behavioral performances. In contrast, cannabis users exhibited a lack of congruence between the modulation of ERPs component and behavioral changes.

Consequently, this study reveals, for the first time, neural correlates for the poorer behavioral modulation of decision making under social context on cannabis users.

Keywords: Decision making, social context, event related potentials, cannabis.

Contenido

RESUMEN	IX
ABSTRACT	XI
LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABLAS.....	2
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4. OBJETIVOS	15
4.1 OBJETIVO GENERAL	15
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
5. MARCO TEÓRICO	16
5.1 EL SISTEMA ENDOCANNABINOIDE	16
5.2 EL CANNABIS O MARIHUANA	17
5.3 IMPACTO DEL USO DE CANNABIS.....	20
5.4 EL IMPACTO POR EL USO DEL CANNABIS EN LA TOMA DE DECISIONES.....	23
5.5 CONTEXTO SOCIAL DE EVALUACIÓN.....	35
6. METODOLOGÍA.....	39
6.1 PARTICIPANTES	39
6.2 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	39
6.3 INSTRUMENTOS	40
6.4 PROCEDIMIENTO	45
7. RESULTADOS	53
7.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	53
7.2 ANÁLISIS DE <i>DESEMPEÑO EN LA TAREA DE TOMA DE DECISIONES</i> EN FUNCIÓN DEL CONTEXTO DE EVALUACIÓN.	55
7.3 ANÁLISIS DE LOS <i>CORRELATOS NEURALES</i> ASOCIADOS A LA DE TOMA DE DECISIONES EN FUNCIÓN DEL CONTEXTO DE EVALUACIÓN.....	56

7.4 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN	61
7.4.1 Tarea de toma de decisiones y variables clínicas.....	61
7.4.2 Correlatos neurales en IGT y variables clínicas	61
8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	63
8.1 DISCUSIÓN.....	63
8.2 CONCLUSIONES.....	74
ANEXOS.....	75
ANEXO A: FICHA DE REPORTE	75
ANEXO B: ASSIST	77
ANEXO C: INECO FRONTAL SCREENING (IFS)	81
ANEXO D: ESCALA BIS/BAS.....	83
ANEXO E: ESCALA DE IMPULSIVIDAD DE BARRATT	84
ANEXO F: CONSENTIMIENTO INFORMADO	85
REFERENCIAS	87

Lista de figuras

Figura 1. Iowa Gambling Task.....	44
Figura 2. Procedimiento de la investigación.....	45
Figura 3. Simulación del contexto social de evaluación.....	50
Figura 4. Desempeño en IGT de no consumidores de cannabis.....	55
Figura 5. Desempeño en IGT de consumidores de cannabis.....	56
Figura 6. Modulación de P3 en IGT.....	57
Figura 7. Modulación de ERN en IGT.....	59
Figura 8. Modulación de fERN en IGT.....	60

Lista de tablas

Tabla 1. Definición de las variables de desempeño.....	53
Tabla 2. Características demográficas, clínicas e IGT.....	54
Tabla 3. Correlaciones.....	62

Lista de símbolos y abreviaturas

Símbolos

Símbolo	Término
Δ	Delta
$k\Omega$	Kilo-ohmios
Hz	Hercios
ms	Milisegundos
μV	Microvoltios

Abreviaturas

Abreviatura	Término
TDCS	Toma de decisiones en contexto social
IGT	Iowa Gambling Task
PFC	Corteza prefrontal
CPFDL	Corteza prefrontal dorso-lateral
CCA	Corteza del cíngulo anterior
CPVM	Corteza prefrontal ventromedial
ERPs	Event-related potentials
PRE	Potenciales Relacionados a Eventos
P3	Componente positivo de larga duración que se produce aproximadamente entre 300 y 700 ms después del inicio de un estímulo
ERN	Error Related Negativity
fERN	Feedback-Related Negativity
OMS	Organización Mundial de la Salud
EEG	Electroencefalografía
ASSIST	Prueba de detección de consumo de alcohol, tabaco y sustancias
IFS	INECO Frontal Screening
BIS / BAS	Escala del sistema de inhibición conductual y sistema de activación conductual
P	Pulsión
BDP	Búsqueda de diversión, placer, o sensaciones
RR	Responsividad a la recompensa
BIS	Escala de impulsividad de Barratt
PEBL	Psychology Experiment Building Language
EOG	Electroculograma
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Fig	Figura
IGTC	IGT Clásica
Dif	Diferencia
DS	Desviación estándar
NS	No Significativa
NA	No evaluado
TR	Tiempo de Respuesta
NCO	No consumidores en TDCS
CP	Consumidores en IGT Clásica
CO	Consumidores en TDCS
NCP	No consumidores en IGT Clásica

1. Introducción

En la actualidad se sigue discutiendo sobre cuál es el impacto real del consumo de cannabis sobre la cognición (Helle, Løberg, Gjestad, Schnakenberg Martin, & Lysaker, 2017). Sin embargo, existe un cierto consenso que afirma que los usuarios de cannabis cursan con un grupo de alteraciones cognitivas relacionadas con el funcionamiento de la corteza cerebral prefrontal (Miller & Cohen, 2001) que incluyen las funciones ejecutivas, el control atencional, la memoria de trabajo y la toma de decisiones (Badre & D'Esposito, 2009; Koechlin, Ody, & Kouneiher, 2003).

Además de las alteraciones cognitivas descritas, los consumidores de cannabis presentan alteración en los procesos de cognición social (Platt, Kamboj, Morgan, & Curran, 2010; Roser et al., 2012). Estos procesos permiten a los seres humanos relacionarse con otros individuos: percibir y comprender sus intenciones, entender y compartir las emociones del otro, ser empáticos con su sufrimiento emocional, inferir sus estados emocionales y mentales, tener actos altruistas, de cooperación y de generosidad, y ajustar el comportamiento de acuerdo con la información social (Curley & Ochsner, 2017; Frith & Frith, 2012; A Ibanez & Manes, 2012; Kennedy & Adolphs, 2012; Rameson & Lieberman, 2009). Estos procesos están relacionados con la actividad de un grupo de estructuras neurales que implican la corteza prefrontal (PFC), el giro cingulado, la amígdala, la ínsula, el giro fusiforme, el surco temporal superior y el giro supramarginal, entre otras estructuras (Frith & Frith, 2012).

En general, se ha reportado que los usuarios de cannabis presentan alteraciones en el procesamiento de la información social (Roser et al., 2012) y tienen dificultades para la

identificación de las emociones (Platt et al., 2010) y el procesamiento emocional (Gruber, Rogowska, & Yurgelun-Todd, 2009). Igualmente, se ha descrito que los consumidores tienen pobres vínculos sociales (Wesley, Hanlon, & Porrino, 2011), muestran poca valoración de las opiniones de otros (Simpson & Magid, 2016), generan pobres alianzas terapéuticas (Wesley et al., 2011) y parecen integrar de manera reducida la información social en la toma de decisiones (Alameda Bailén, Paíno Quesada, & Mogedas Valladares, 2012; Karen I. Bolla, Eldreth, Matochik, & Cadet, 2005).

Este grupo de alteraciones descrito, se ha relacionado con las fallas en el sistema de alerta emocional que anticipa al individuo sobre las consecuencias que traen las decisiones de acuerdo al contexto (Verdejo-garc & Bechara, 2009). Estas alteraciones además están relacionadas con una disminución en la actividad de un grupo de regiones cerebrales que incluyen la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza ventromedial prefrontal (Shollenbarger, Price, Wieser, & Lisdahl, 2015) y la amígdala, entre otras estructuras, todas implicadas en el procesamiento de la información social (Aoki et al., 2014; Lonsdorf, Haaker, & Kalisch, 2013).

En conjunto, los cambios cognitivos descritos están relacionados con las dificultades interpersonales, sociales y laborales referidas en este grupo de consumidores. En particular, estos sujetos presentan pobre evaluación de los riesgos (Fridberg et al., 2010; Lane, Yechiam, & Busemeyer, 2006), comportamientos impulsivos (García et al., 2010), mayor deserción escolar y laboral, y compromiso en la interacción social (Goldsmith, Hartenbaum, & Martin, 2015; Phillips et al., 2015; Verweij et al., 2010).

Aunque a la fecha se han revelado diversas alteraciones en la cognición social de los consumidores de cannabis, junto a algunos correlatos neurales que las subyacen; existen pocos estudios que expliquen la manera que estos consumidores integran los procesos de toma de decisiones en contexto social (TDCS). Además poco se conoce de los correlatos neurales y la dinámica cerebral temporal relacionada con estos procesos.

En este estudio se evaluó la toma de decisiones en contexto social en un grupo de consumidores habituales de cannabis y en un grupo control, y se analizaron los correlatos neurales temporales de este procesamiento haciendo uso de los potenciales relacionados a eventos (ERPs por sus siglas en inglés Event-related potentials). Para

este estudio se diseñó una tarea de toma de decisiones que se realizó en contexto social manipulando la Iowa Gambling Task (IGT) propuesta por Bechara, Damasio, Damasio, & Anderson (1994). En particular, se simuló un contexto social en el que la mitad de la muestra realizaba la IGT siendo observado por un desconocido, que veía la ejecución del evaluado en la pantalla de otro computador. Este procedimiento fue considerado como la toma de decisiones en contexto social (TDCS). A su vez, la otra mitad de la muestra realizó la IGT siguiendo el procedimiento clásico de ejecución, es decir, en privado o en ausencia de un observador.

Estudios previos en controles no consumidores han mostrado que el comportamiento cambia cuando se interactúa en contextos de evaluación social (Hamilton & Lind, 2016) o de competencia (Billeke, Zamorano, Cosmelli, & Aboitiz, 2013); y que la sola presencia de otra persona afecta el comportamiento en diversas tareas cognitivas, un resultado que se ha denominado “efecto audiencia” (Haley & Fessler, 2005; Huguet, Galvaing, Monteil, & Dumas, 1999; Santamaría-garcía, 2013).

Los resultados de este trabajo de investigación se discuten en términos de cómo los usuarios de cannabis integran la información contextual en los procesos de toma de decisiones. Sin embargo, este estudio tuvo una baja cantidad de sujetos en cada grupo y no incluyó grupos de usuarios de cannabis con distintos patrones de consumo de la sustancia.

Así las cosas, este trabajo pretende anclarse a la necesidad preponderante de desarrollar investigaciones que profundicen en el efecto del cannabis y la influencia del contexto social sobre el funcionamiento de la toma de decisiones. Dada la relevancia que este proceso tiene para la adaptación del individuo al entorno, se hace necesario retomar la importancia del factor emocional/social en el complejo fenómeno de la drogodependencia.

Por consecuencia, realizar estudios sobre la toma de decisiones en las poblaciones clínicas puede ayudar a establecer las relaciones cerebro-conducta, aclarar la naturaleza del proceso disfuncional y apuntar hacia el desarrollo de posibles tratamientos (Paulus & Yu, 2012); ya que por sus implicaciones para la salud pública, sigue siendo relevante continuar investigando sobre los efectos del consumo de cannabis (Meier et al., 2012).

Adicionalmente, las fallas reportadas en los usuarios de esta sustancia pueden limitar o interferir su adaptación al entorno, siendo necesario contar con un conocimiento más completo sobre los correlatos cerebrales asociados al efecto del uso del cannabis, especialmente sobre la toma de decisiones en contexto social. De hecho, resulta novedosa la integración de condiciones de evaluación que promuevan un componente emocional que inflencie la calidad en la toma de decisiones en esta población.

Con esto, es esencial estudiar el papel de los ERPs en la evaluación de la dinámica temporal de los procesos sociales en el cerebro (Agustín Ibáñez et al., 2012). La inserción de estos nuevos métodos facilitaría el entendimiento de la problemática del consumo de cannabis, posibilitando la articulación de áreas como las Neurociencias, Psiquiatría y Toxicología para enriquecer el campo de estudio y extrapolar los resultados a diferentes contextos teóricos, metodológicos y aplicados de la ciencia.

2. Justificación

El cannabis o marihuana sigue siendo la droga ilícita más consumida en el mundo (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2016; Murray, Morrison, Henquet, & Forti, 2007). Su uso en Colombia incrementó durante los últimos 5 años (11.5%), particularmente en Bogotá (3,21%) causando síntomas de abuso y dependencia en la mitad de los consumidores (Gómez, Alfonso, Ruíz Gómez, & Bo Mathiasen, 2013). Se estima que el consumo excesivo de esta sustancia aumenta el riesgo de sufrir ataques de pánico (Camí, et al 2003), trastornos afectivos con síntomas psicóticos (Moore THM, Zammit S, Lingford-Hughes A, et al, 2007) y depresión (De Graaf et al., 2010).

Parte de la problemática asociada al consumo se explica por los efectos tóxicos acumulativos del cannabis sobre el funcionamiento cerebral. Se ha mostrado que los pacientes con este hábito presentan una disminución en la actividad funcional de la corteza prefrontal dorso-lateral (CPFDL), la corteza del cíngulo anterior (CCA) y la corteza prefrontal ventromedial (CPVM). Dichas áreas están implicadas en el funcionamiento ejecutivo, incluyendo la regulación emocional y la **toma de decisiones** (Badre & D'Esposito, 2009; Glascher et al., 2012; Koechlin et al., 2003).

El adecuado funcionamiento de este último proceso favorece la independencia, autonomía y adaptación social de los individuos (Gordillo León, Arana Martínez, Salvador

Cruz, & Mestas Hernández, 2011; Rolls, 2004). No obstante, el uso excesivo de cannabis incrementa la probabilidad de desarrollar comportamientos de mayor riesgo (Fridberg et al., 2010) y reduce la capacidad de utilizar estrategias adaptativas para elegir (Alameda Bailén et al., 2012; Karen I. Bolla et al., 2005) debido a las fallas en el sistema de alerta emocional que anticipa al individuo sobre las consecuencias que trae su decisión (Verdejo & Bechara, 2009).

Autores como García et al., (2010) reportan una pobre ejecución en tareas de toma de decisiones en consumidores de cannabis, posiblemente como resultado de la impulsividad, el aumento de la sensibilidad a recompensas inmediatas, la insensibilidad a las pérdidas, la falta de habilidad para aprender de la experiencia y a una aversión generalizada a la demora de reforzamiento.

Todos estos correlatos cognitivo-comportamentales son dependientes de estructuras cerebrales que conforman un circuito esencial para codificar el valor afectivo de los estímulos (Ochsner, 2008), incluyendo los estímulos sociales (E. A. Murray, 2007; Olsson, Nearing, & Phelps, 2007; Schultz, 2004). De ahí, que la toma de decisiones es un proceso contingente y dependiente de otros factores, incluyendo las características del contexto al momento de elegir, los factores emocionales y la integridad de otros procesos cognitivos (Ratcliff, 2004).

Es posible que los efectos sociales y contextuales puedan afectar la toma de decisiones de las personas que consumen marihuana (Verdejo-García, 2014). Si se tiene en cuenta que en Colombia más de la mitad de estos consumidores presentan un posible déficit en la regulación emocional y la interacción social (Gómez, Alfonso et al., 2013), aún no se conoce cómo el **contexto social** podría modular las elecciones de estas personas, a pesar de saberse que estos individuos son guiados por la contingencia inmediata y por la insensibilidad a las consecuencias futuras (Bechara, Damasio, & Damasio, 2000). Más aun, se desconoce la importancia de comprender cuáles son los déficits cognitivos subyacentes al deterioro social y los sistemas neuronales implicados en la interacción social de estos individuos (Verdejo-García, 2014).

Integrar condiciones que incluyan al contexto social como un posible modulador de la respuesta emocional de los consumidores de cannabis, serviría como escenario para recrear la evaluación de la toma de decisiones. Incluso, estudiar estos efectos en la ejecución de tareas cognitivas, posiblemente beneficiaría la comprensión de cómo los grupos sociales influyen en la forma que los individuos perciben, aprenden y se relacionan (Santamaría-García, 2013).

De esta forma, explorar los correlatos neurales que subyacen a la toma de decisiones en contexto social permitiría identificar las etapas del procesamiento de la información afectadas por las manipulaciones experimentales (Agustín Ibáñez et al., 2012), tal y como se ha empleado en estudios con **Event Related Potentials (ERPs)** o **Potenciales Relacionados a Eventos (PRE)** por su excelente resolución temporal y porque permiten comprender de una mejor manera los procesos fisiológicos asociados.

En este sentido, el estudio de la amplitud de los componentes de los ERPs podría evidenciar el estado de ciertos procesos cognitivos relevantes en la toma de decisiones (Holroyd & Coles, 2002; Luu, Collins, & Tucker, 2000; Ridderinkhof, 2004; Vidal, Hasbroucq, Grapperon, & Bonnet, 2000), especialmente en los consumidores de cannabis; para poder conocer las respuestas del cerebro a determinados tipos de elecciones, delimitar claramente su funcionalidad respecto a otros procesos cognitivos y definir los factores que puedan estar explicando y modulando los resultados (Contreras, Catena, Cándido, Perales, & Maldonado, 2008).

3. Planteamiento del problema

Las condiciones asociadas al deterioro de la toma de decisiones por consumo de cannabis han sido ampliamente estudiadas (Alameda-Bailén, Salguero-Alcañiz, Merchán-Clavellino, & Paíno-Quesada, 2014; Bechara et al., 2000; García et al., 2010; Verdejo-García, 2006). Pero a pesar de los avances en este campo no se ha evaluado el efecto modulador del contexto social sobre el procesamiento de la toma de decisiones en esta población; desconociéndose cómo ocurren estas alteraciones, qué subprocesos cognitivos particulares resultan comprometidos y desde qué momento pueden ocurrir estas variaciones.

Hasta hoy no se conoce exactamente si las alteraciones en la toma de decisiones en los consumidores de cannabis son fallas independientes del proceso, o si dependen de algunas fallas en la atención, en el control cognitivo o en la regulación emocional. Se podría pensar que el proceso de toma de decisiones está afectado de manera secundaria por las alteraciones en otros procesos de codificación de estímulos o de reinterpretación de los mismos. Tal vez podría verse afectada por dificultades en la integración perceptual de estímulos, o como consecuencia de fallos en el control inhibitorio, o por la dificultad de integrar información emocional o contextual asociada.

De este modo, *analizar cuál es el impacto que ejerce el contexto social sobre la toma de decisiones en pacientes con antecedente de consumo de cannabis* podría identificar cuáles son los correlatos neurofisiológicos subyacentes a este proceso, y cómo algunos factores podrían modificar su desempeño (el tiempo de uso y desuso del cannabis, el funcionamiento ejecutivo, la impulsividad y la personalidad).

Partiendo de estas evidencias, se espera un desempeño diferenciado en la toma de decisiones sociales para el grupo de consumidores de cannabis en comparación con los controles sanos. En particular, considerando que los sujetos con consumo presentan poca sensibilidad a la información del contexto social (Simpson & Magid, 2016), se espera que las ganancias y los tiempos de respuesta no cambien entre los sujetos que realizan la IGT en contexto social (TDCS) y la IGT clásica, es decir, en contexto privado. A su vez, para los controles, el contexto social (es decir, durante la TDCS) conducirá a un menor desempeño en la tarea y mayores tiempo de respuesta como consecuencia del efecto audiencia.

Considerando algunas evidencias, se espera que los ERPs revelen diferencias en la modulación neural en los grupos de estudio. En particular, considerando la pobre sensibilidad y reactividad a la información contextual social de los consumidores de cannabis (Simpson & Magid, 2016), se predice que no existirán diferencias en los componentes descritos entre la TDCS y la IGT clásica.

Sin embargo, independientemente de la realización de la tarea (TDCS o IGT clásica) se espera, en los consumidores, menores amplitudes en P3 reflejando alteraciones de los recursos de control cognitivo y atencionales en el procesamiento de la toma de decisiones (Folstein & Van Petten, 2008; Kempel, Lampe, Parnefjord, Hennig, & Kunert, 2003). Sumado a esto, se esperaría mayores amplitudes en la negatividad relacionada con el error en la respuesta (ERN) y en la retroalimentación (fERN) considerando la mayor sensibilidad a la recompensa que presentan estos sujetos (Cooper, Duke, Pickering, & Smillie, 2014; Korucuoglu, Gladwin, & Wiers, 2015). En contraste, en el grupo control, los efectos que se esperan en la TDCS se relacionan con menores amplitudes de todos los componentes descritos (P3, ERN, fERN), en comparación con la realización de la IGT clásica.

Adicionalmente se asume que algunas covariables se relacionan con el desempeño en la toma de decisiones y los correlatos neurales en los dos contextos de presentación de la tarea; pues la evidencia acumulada sugiere que el deterioro cognitivo por el uso de marihuana puede permanecer o no incluso después de largos periodos de abstinencia (K.I. Bolla, Brown, Eldreth, Tate, & Cadet, 2002; Pope et al., 2003; Pope, Gruber, Hudson, Huestis, & Yurgelun-Todd, 2001) y verse influenciada por la impulsividad

(Pedrero-Pérez, de León, Mota, Luque, & García, 2012) el funcionamiento ejecutivo (Verdejo-García, Orozco-Giménez, M. Meersmans Sánchez-Jofré, F. Aguilar de Arcos, 2004) y algunos factores de la personalidad (Abel, 1972).

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Analizar el proceso de toma de decisiones en contextos sociales, y sus correlatos neurales asociados, en pacientes con antecedente de consumo de cannabis.

4.2 Objetivos específicos

Evaluar el desempeño en tareas de toma de decisiones bajo las condiciones de presentación “en contexto social” versus “sin contexto social”, en personas con y sin antecedente de consumo de cannabis.

Identificar en ambos grupos los correlatos neurales que subyacen a la toma de decisiones en cada condición de evaluación.

Contrastar los hallazgos de los grupos bajo las condiciones evaluadas.

Analizar la influencia de cofactores como la impulsividad, función ejecutiva, personalidad y tiempo de uso y desuso de cannabis sobre el desempeño conductual y el registro neural en las dos condiciones de la tarea de toma de decisiones.

5. Marco teórico

5.1 El sistema endocannabinoide

Los endocannabinoides son sustancias sintetizadas por el propio cuerpo, derivados de ácidos grasos, que se acoplan a sus receptores para constituir el sistema endocannabinoide (Grotenhermen, 2006). Este es un sistema de comunicación y regulación celular en el que los endocannabinoides actúan de manera similar a los neurotransmisores (Ramos, Rubio & De Miguel Fernández, 2007) protegiendo al sistema nervioso contra la sobreactivación o la sobreinhibición provocada por los neurotransmisores. Estos componentes endógenos, se unen a los receptores cannabinoides y los activan funcionalmente, siendo sintetizados y liberados sólo cuando son necesarios, siguiendo estímulos psicológicos o patológicos. A continuación, son recaptados y degradados enzimáticamente en el interior de la célula (Sastre, 2010). En la actualidad se han identificado dos tipos de receptores cannabinoides, los CB1 y los CB2; ambos como receptores acoplados a una proteína G (G-proteincoupled receptors, GPCR) (Grotenhermen, 2006). Los CB1 están presentes principalmente en el sistema nervioso, mientras que los CB2, aparecen en el sistema inmune y puntualmente en otros tejidos (Ramos, Rubio & De Miguel Fernández, 2007).

Los CB1 se encuentran en las regiones del cerebro responsables del movimiento (ganglios basales, cerebelo), del procesamiento de la memoria (hipocampo, corteza cerebral) y de la modulación del dolor (ciertas partes de la médula espinal, sustancia gris periacueductal) participando en la regulación de la actividad motora, el aprendizaje y la memoria, la nocicepción, y el desarrollo cerebral (Ramos, Rubio & De Miguel Fernández,

2007). También, se encuentra una expresión mayor del receptor en la corteza límbica que en regiones motoras y sensoriales, lo que sugiere que el receptor CB1 desempeña un papel importante en el procesamiento de la información motivacional y cognitiva (Glass, Faull, & Dragunow, 1997). Así, se puede indicar que Los receptores CB1 están densamente expresados en todas las regiones de la corteza, con altos niveles encontrados en el giro cingulado, la corteza frontal, somatosensorial secundaria y corteza motora (Mackie, 2005).

Se ha propuesto denominar “endocannabinoides” a los componentes sintetizados en el interior de los animales que serían los ligandos endógenos de los receptores cannabinoides; en contraste con los “fitocannabinoides” para denominar a los compuestos naturales sintetizados por la planta cannabis (Grotenhermen, 2006).

5.2 El cannabis o marihuana

La especie sativa del cannabis se ha correlacionado como psicoactiva dentro de la familia Cannabaceae (Campos & Téllez 2013). Los compuestos químicos identificados en la *Cannabis Sativa* son más de cuatrocientos, los cuales varían en número y en cantidad según el clima, el tipo de suelo, la variedad cultivada y la forma de cultivarla (Calafat, 2000). Hasta la floración, las plantas (hembras y machos) traen casi la misma cantidad de resina, pero después de excretar el polen, las plantas macho mueren y las hembras son escogidas para el cultivo ilegal (James, 2013).

Los fitocannabinoides son los componentes activos de la planta cannabis sativa. El delta-9-tetrahidrocannabinol (Δ^9 -THC), el cannabinal y el cannabidiol son los principales constituyentes psicoactivos. Cuando se consume la sustancia, los fitocannabinoides ingresan en el organismo por inhalación, por ingestión oral, por medio de aerosoles o por administración rectal (Calafat, 2000) todos con forma de absorción distinta según el tipo de preparación utilizada, la combustión de la mezcla o el tiempo empleado en fumarlo.

La ingesta oral de cannabis hace que la aparición del pico máximo en sangre se demore hasta 1 ó 3 horas después de la dosis, pero los efectos psicológicos aparecen más

rápido cuando se consume en cigarrillo, cuya vida media está estimada en 20 horas. Los efectos agudos se definen entre 0-6 horas después del consumo, los efectos residuales entre 7-20 horas después y los efectos a largo plazo después de 3 semanas (Crean, Crane, & Mason, 2011).

Los fitocannabinoides muestran distinto grado de afinidad por los receptores CB1 y CB2. La mayoría de los efectos del Δ^9 -THC están mediados por sus acciones como agonista (activador) sobre los receptores cannabinoides del cuerpo, tanto en humanos como en animales. Sólo una mínima cantidad de los fitocannabinoides es eliminada del cuerpo en su forma original. Además, los metabolitos se pueden detectar en otros tejidos y fluidos biológicos como el sudor, el pelo y la saliva. El hígado, el pulmón y el intestino son responsables de su metabolismo (Ramos, Rubio & De Miguel Fernández, 2007).

Perfil de Consumo de cannabis

Epidemiológicamente el cannabis o marihuana sigue siendo la droga ilícita más consumida en el mundo (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2016; Murray et al., 2007), reconocida cada vez más por su toxicidad y sus propiedades terapéuticas. En el informe mundial sobre drogas de la oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (2016) se reporta que su uso se ha mantenido constante (3,8%) y no ha variado desde 1998 hasta el 2014, elevándose el número de consumidores en forma paralela al aumento de la población mundial.

Al igual que en la gran mayoría de países, el cannabis es la sustancia ilegal de mayor uso en Colombia (11.5%). En Bogotá se estima que su consumo se encuentra alrededor del 3,21%, especialmente en los jóvenes de 18 a 24 años. La mayoría de estas personas practican un consumo ocasional pero requieren de algún tipo de asistencia para dejar la sustancia (Gómez, Alfonso et al., 2013). Delgado, Pérez, & Scopetta (2001) reportan que el uso inicial de cannabis constituye un factor que podría predecir una escalada del uso de otras sustancias.

En términos legales el cannabis está reportado en la lista amarilla de la Convención Única de 1961 reformada por el Protocolo de 1972 de las Naciones Unidas como sustancia sometida a fiscalización. En 1982 el mismo organismo emitió el convenio de 1971 sobre Sustancias Psicotrópicas, sometiendo a fiscalización el exotetrahidrocannabinol, delta (Δ)6 tetrahidrocannabinol, delta (Δ)7 tetrahidrocannabinol, delta (Δ)8 tetrahidrocannabinol, delta (Δ)9 tetrahidrocannabinol y delta (Δ)10 tetrahidrocannabinol. En Colombia, la Ley 30 de 1986 estableció que el cannabis, la resina y sus extractos pueden ser portadas y consumidas bajo el criterio de “dosis mínima personal”, a pesar de ser ilegales (Campos & Téllez, 2013).

El THC es una molécula de difícil síntesis que se adhiere al tejido adiposo del consumidor por semanas o meses produciendo su efecto psicoactivo en momentos posteriores a su consumo (Duque & Maturana, 2012). Su ingesta aumenta la actividad dopaminérgica en la vía mesolímbica y genera activación de los receptores cannabinoides. Las neuronas dopaminérgicas mesocorticolímbicas participan en la regulación de la emoción, la motivación y la recompensa cerebral; también en el control del sueño, la realización de tareas cognitivas complejas, la memoria de trabajo, la organización temporal del comportamiento, la adaptación de estrategias comportamentales y la percepción sensorial (Ramos, Rubio & De Miguel Fernández, 2007). En los últimos años se ha mostrado que el Δ -9-THC actúa sobre las neuronas dopaminérgicas mesocorticolímbicas mediante la activación del sistema de recompensa cerebral, importante para la adquisición y refuerzo de comportamientos relacionados con el consumo de drogas (Ramos, Rubio & De Miguel Fernández, 2007).

Quienes voluntaria e intencionalmente consumen cannabis presentan distintas motivaciones para su uso. Cuando la persona tiene un contacto inicial, o ha probado alguna vez la sustancia producto de la curiosidad, se le cataloga como **usuario experimental**. Este tipo de patrón surge con mayor frecuencia en la adolescencia y está asociado a algunas características de personalidad vinculado con conductas de exploración (Ramos, Rubio & De Miguel Fernández, 2007).

Con base a la definición que Duque y Maturana (2012) refieren, el **consumidor ocasional** repite el uso de cannabis con intervalos de consumo y abstinencia con

propósitos recreativos como facilitar la comunicación, buscar placer, relajación, o la transgresión de las normas. Este tipo de consumidor conoce la acción de la sustancia en su organismo sin que afecte el desarrollo de su vida. Por su parte el **consumidor habitual** utiliza frecuentemente la sustancia conociendo perfectamente sus efectos y percibiendo control e invulnerabilidad. Generalmente sus motivaciones van desde experimentar placer, hasta reducir estados fisiológicos como hambre, frío o ansiedad.

Finalmente el **consumidor abusivo** muestra necesidad de usar la sustancia, invirtiendo recursos para conseguirla. Esto podría generar un deterioro significativo en las áreas de funcionamiento de la persona causando dependencia y conllevando alteraciones en la percepción de riesgo y daño.

5.3 Impacto del uso de cannabis

Las consecuencias producto del consumo de cannabis dependen de diversos factores. Iniciar el uso de cannabis antes de los 17 años puede originar déficits cognitivos más pronunciados y presentar mayor riesgo de consumir múltiples drogas (Lastra & Quevedo 2013). Al avanzar la cadena de consumo aumentan los daños y disminuyen los beneficios de su uso, ya que las probabilidades de presentar daños sobre el proyecto de vida aumentan. Así, se deteriora la salud, la convivencia, la educación, la economía y aumenta el riesgo de presentar conflictos con la ley (Ramos, Rubio & De Miguel Fernández, 2007).

Precisamente el uso de cannabis origina efectos en la conducta a corto y a largo plazo (OMS, 2004), en tanto que las modificaciones en la neurotransmisión pueden producir inicialmente efectos buscados por sus usuarios como sensación de bienestar, aumento de la autoconfianza, relajación corporal o aumento del deseo sexual; a cambio de la aparición posterior de ansiedad, disforia, síntomas paranoides y/o pánico (Ramos, Rubio & Fernández, 2008). Además, se disminuye la capacidad de concentración y memoria, aumentan las alucinaciones, la ideación delirante, la labilidad afectiva, y el retraimiento social (Lastra & Quevedo, 2013). Adicionalmente, incluso el consumo de pequeñas dosis,

agudiza los trastornos por angustia y trastornos psicóticos en individuos propensos (Calleja, 2012).

En la actualidad hay evidencia que podría explicar las problemáticas comportamentales asociadas al uso de del cannabis. Por causa del déficit en la memoria de trabajo y la toma de decisiones, se afecta temporalmente la atención y la interacción entre los eventos cognitivos y la emoción, pudiendo desencadenar en psicosis, accidentes de tránsito, depresión y/o pobre trayectoria educativa (Torres, G, Fiesta, 2012).

Además, la ingesta de cannabis prolonga el tiempo de reacción y disminuye el poder de concentración. Los trastornos cognitivos asociados se presentan tanto en la fase aguda y crónica, cuyos efectos tienden a ser reversibles en un periodo determinado de tiempo, a excepción de los consumidores crónicos en los que no podría verse reversibilidad (Lastra & Quevedo, 2013). Un resumen de los efectos agudos incluye el deterioro en la toma de decisiones, aumento de la asunción de riesgos y déficits de atención, que son más pronunciados en los usuarios ocasionales. Los efectos residuales parecen estar centrados en la función ejecutiva, mientras que los efectos a largo plazo todavía son difíciles de establecer en la literatura (Crean et al., 2011).

En general, la mayoría de los datos apoyan un pobre rendimiento cognitivo en las medidas de atención y la memoria en consumidores de cannabis; sin embargo, la frecuencia y la severidad de su uso es probable que desempeñe un papel influenciador. También se ha visto que las diferencias en la integridad del tejido cerebral después del uso crónico de la marihuana predicen futuras conductas de riesgo como el aumento de consumo de la sustancia y comportamientos agresivos y delincuenciales (Jacobus & Tapert, 2014).

Las modificaciones neuroanatómicas que suceden por el consumo de cannabis aún continúan siendo identificadas. El grupo de colaboradores de Chye et al., (2017) mostraron que en sujetos dependientes al cannabis las fallas en la representación, codificación y la recuperación de eventos y el deterioro de la neurogénesis, se deben a la reducción del volumen del hipocampo en las regiones de Cornu Ammonis y del giro dentado. También se han identificado cambios en la corteza temporal medial, con una

fuerte disminución bilateral en el volumen de materia gris en la población de los consumidores regulares de esta sustancia (Battistella et al., 2014).

Investigadores como Troup et al., (2016) estudiaron el efecto del cannabis en el procesamiento emocional. Estos autores sugieren que existe una relación compleja entre el consumo de cannabis y el procesamiento de las emociones que parece estar modulada por la atención. Otro estudio con técnicas estructurales sugiere que el cannabis tiene un efecto perjudicial sobre las estructuras cerebrales asociados con el procesamiento emocional, con cambios significativos del tamaño y la densidad de la materia gris del núcleo accumbens y la amígdala (Gilman et al., 2016).

Ciertos autores también indican que el uso de cannabis en la adolescencia puede afectar el funcionamiento emocional en la adultez, sugiriendo que repercute en el funcionamiento de la corteza prefrontal dorsolateral caudal que afecta la transformación y la integración de los estímulos emocionales conduciendo a una mayor emocionalidad negativa (Heitzeg, Cope, Martz, Hardee, & Zucker, 2015).

De hecho, el grupo de colaboradores de Camchong, Lim, & Kumra (2016) proporciona evidencia longitudinal que sugiere que la exposición repetida del cannabis durante la adolescencia puede tener efectos perjudiciales en el cerebro que afectan la conectividad funcional, la inteligencia y la función cognitiva; debido a una disminución en la conectividad funcional en reposo entre la corteza cingulada anterior y el córtex prefrontal y orbitofrontal a través del tiempo. Esta menor conectividad funcional se ha identificado como un posible marcador neural de la vulnerabilidad de recaídas en adolescentes. Lo anterior es posible verlo por ejemplo con la actividad reducida de la corteza cingulada anterior durante la evaluación de las respuestas y consecuencias en una tarea de juego (De Bellis et al., 2013; Wesley et al., 2011).

Asimismo, el THC consumido antes de los 15 años, se ha asociado como un factor desencadenante de esquizofrenia, incluso en ausencia de antecedentes familiares, ya que la exposición al cannabis durante la adolescencia y la edad adulta aumenta el riesgo de síntomas psicóticos, pero tiene un efecto mucho más fuerte en aquellos con evidencia

de predisposición para la psicosis (Cécile Henquet, Lydia Krabbendam, Janneke Spauwen, Charles Kaplan, Roselind Lieb, Hans-Ulrich Wittchen & Os, 2005). Además, este consumo también se ha asociado como un factor predisponente para trastornos de ansiedad; incluso, el consumo infrecuente está asociado con síntomas de ansiedad clínicamente relevantes (Kedzior & Laeber, 2014).

Pero los cambios estructurales en el cerebro no siempre se traducen en diferencias en la función y el comportamiento. También las técnicas de Electroencefalografía (EEG) han permitido investigar la relación entre biomarcadores (mecanismos cerebrales) de una red neuronal distribuida y el comportamiento asociado. Este enfoque es particularmente relevante para determinar si el uso de cannabis tiene un efecto sobre el sistema de circuitos del cerebro cuando no se han encontrado diferencias estructurales (Troup et al., 2016). A continuación se profundiza sobre el uso de ésta técnica en el proceso de toma de decisiones en consumidores de cannabis.

5.4 El impacto por el uso del cannabis en la toma de decisiones

A la toma de decisiones se le conoce como la habilidad para desenvolverse socialmente de manera adaptativa. En ella confluyen factores racionales y emocionales en una relación estrecha, complementaria y aún no muy conocida (Gordillo León et al., 2011). Involucra un proceso cerebral que permite seleccionar una alternativa entre varias posibles para conseguir un resultado favorable (Shadlen & Kiani, 2013). Esto beneficia la elección en situaciones de incertidumbre, optando por la alternativa más adecuada entre múltiples opciones de respuesta y valorando su influencia en futuras acciones (Clark, Cools, & Robbins, 2004).

Este proceso de elegir se puede dividir temporalmente en fases parcialmente distintas, incluyendo la evaluación de las opciones disponibles, la ejecución de una acción y la evaluación de la regeneración del resultado. Es importante destacar que la evaluación de resultados no debe ser considerada como el final de este proceso. Por el contrario, la

información de los resultados se almacenan en la memoria para ayudar a la exploración de la asociación de acción y el resultado (es decir, el aprendizaje), con el fin de facilitar la toma de decisiones en ocasiones similares (Paulus & Yu, 2012; Platt et al., 2010). Además, los resultados actuales pueden afectar el comportamiento futuro mediante la modulación de estados motivacionales del decisor, de tal manera que los premios y castigos surgen de las tendencias de acercamiento y precaución, respectivamente (Schultz, 2004).

En resumen, la toma de decisiones es un proceso dinámico que requiere de la participación de las funciones ejecutivas para iniciar, supervisar, controlar y evaluar la conducta (Gordillo León et al., 2011). Además, involucra el procesamiento de los estímulos, el recuerdo de las experiencias y la evaluación de las consecuencias de las diferentes alternativas (Martínez-Selva, Sánchez-Navarro, Bechara, & Román, 2006).

Todas estas funciones convergen en la corteza prefrontal como el área de asociación interconectada con multitud de regiones corticales y subcorticales, que permite orquestrar el rendimiento de todo el sistema mediante mecanismos de control, organización y coordinación (Bauselas, 2014). Los circuitos cerebrales relacionados con la recompensa reciben entradas dopaminérgicas desde el cerebro medio, e incluyen el estriado ventral (es decir, el núcleo accumbens), y la corteza prefrontal ventromedial (Schott et al., 2008). Allí ocurre el procesamiento de los refuerzos y castigos para optimizar las respuestas futuras ante situaciones ambiguas (Oya et al., 2005).

Sin embargo, en la actualidad se indica que la toma de decisiones no constituye solamente un proceso racional de comparar las ventajas y desventajas que trae una elección determinada. De hecho, las emociones simplifican el proceso de la toma de decisiones, reduciendo la complejidad para elegir y mitigando el conflicto entre opciones equivalentes (Martínez-Selva et al., 2006).

Así las cosas, se entiende que la emoción actúa como una “marca somática” que antecede a la razón cuando se toman decisiones; refiriéndose como la valoración de las

ventajas o desventajas de elegir una opción u otra (Gordillo León et al., 2011). Bechara et al., (2000) proponen dos sistemas diferentes que intervendrían en la toma de decisiones, que interactúan entre sí y que se encuentran alterados en algunas personas adictas a las drogas:

–Un sistema impulsivo, que indica placer o dolor como resultado inmediato de las posibles opciones: este sistema responde a lo que está presente en el momento de la elección y proporciona respuestas motoras o viscerales rápidas.

–Un sistema reflexivo, sensible a las futuras consecuencias puestas en marcha por esas mismas opciones: este sistema se basa más en la memoria y en la anticipación para suscitar respuestas emocionales que guíen las decisiones. A su vez, este sistema requiere de la participación de tres subsistemas:

–Un primer subsistema que favorecería la representación de patrones somáticos de los estados afectivos y motivacionales, compuesto por la ínsula y la corteza somatosensorial del hemisferio derecho,

–Un segundo subsistema que incluye la memoria y las funciones ejecutivas, integrado por la corteza prefrontal dorsolateral y el hipocampo.

–Y el tercer subsistema implicaría la región cingulada anterior y el cerebro basal anterior, a cargo de la inhibición de conductas.

De este modo se han identificado las regiones corticales y subcorticales que intervienen en diferentes procesos relevantes para la toma de decisiones: la **corteza prefrontal ventromedial** para integrar la información sensorial, mnésica y emocional (Bechara et al., 1994, 2000). La **Amígdala** para la asociación de estímulos contextuales en el procesamiento y codificación de la señal emocional (Aggleton & Young, 2000; Sabatinelli et al, 2005), la **corteza cingulada** que en situaciones de incertidumbre actúa en la monitorización del proceso de inhibición de respuesta (Volkow et al, 2004; Gehring & Willoughby, 2002). Y **la corteza prefrontal dorsolateral** en la activación de la memoria de trabajo, en especial cuando la tarea es compleja (Jameson, Hinson, & Whitney, 2004).

Cuando se toma una decisión, los ganglios basales predicen el resultado de esa decisión. Si el resultado es mejor que la predicción, se produce una señal de error positivo, mientras que si el resultado es peor de lo previsto, se produce una señal de error negativo. Estas señales luego son llevadas por el sistema dopaminérgico mesencefálico a la corteza del cíngulo anterior que refuerza el comportamiento, y a los ganglios basales que refuerzan las predicciones futuras (Holroyd & Coles, 2002).

Debido a este gran complejo cerebral, las lesiones en estas regiones provocan modificaciones en la planificación y en la toma de decisiones producto de la imposibilidad para activar estados somáticos asociados a recompensas y castigos que ya estaban activados previamente (Bechara et al., 1994).

Las alteraciones en el proceso de toma de decisiones están relacionadas con variaciones puntuales en la actividad de áreas cerebrales implicadas, o debido a una baja regulación para activar estados somáticos asociados (Bechara et al., 1994). Estas alteraciones pueden encontrarse en diferentes patologías como la esquizofrenia, el trastorno obsesivo compulsivo, la depresión o la ansiedad y también en pacientes consumidores de cannabis (Alameda-Bailén et al., 2014; Alameda Bailén et al., 2012; Karen I. Bolla et al., 2005; García et al., 2010).

El uso regular de cannabis ejerce cambios estructurales y funcionales en el cerebro humano (Weinstein & Weizman, 2016) que van con el deterioro de diversos dominios cognitivos que incluyen el proceso de toma de decisiones (Vaydia et al, 2011). Como el componente emocional está implícito en la evaluación de las decisiones (Bechara et al., 1994), su disfunción distorsiona la calidad de las mismas, ya que sobresale una hiperactividad del sistema impulsivo (que exagera el impacto de la recompensa) y una hipoactividad en el sistema de reflexión (que previene las consecuencias a largo plazo) (Verdejo-García & Bechara, 2009).

Al alterarse la interacción entre los eventos cognitivos y emocionales durante la toma de decisiones (Bechara et al., 2000; Verdejo-García, Orozco-Giménez, M. Meersmans Sánchez-Jofré, F. Aguilar de Arcos, 2004), en los consumidores crónicos de cannabis se afecta la habilidad para elegir y resolver problemas cotidianos (Gomes da Mata et al.,

2011) aumentando la sensibilidad a las recompensas inmediatas y los niveles de toma de riesgo (García et al., 2010).

Sin embargo, el papel de la toma de decisiones podría considerarse como moderador potencial de la relación entre la cantidad de consumo de cannabis y los problemas experimentados por su uso; y pueden explicar, en parte, por qué algunas personas experimentan problemas significativos de su consumo, mientras que otra no (Gonzalez, Schuster, Mermelstein, & Diviak, 2015).

Uno de los paradigmas que ha intentado explorar la integración de los procesos cognitivos de la toma de decisiones con procesos emocionales es la Iowa Gambling Task (IGT) (Bechara et al., 1994), inicialmente desarrollada para investigar las alteraciones en la toma de decisiones de pacientes neurológicos con daño en la corteza ventromedial, y poder brindar un soporte empírico a la hipótesis de los marcadores somáticos. Esta tarea incluye una serie de aspectos: el premio inmediato y el castigo postergado, el riesgo y la incertidumbre del resultado. Su objetivo consiste en acumular la mayor cantidad de dinero posible eligiendo entre cuatro mazos de cartas. Para ganar dinero los sujetos deben descubrir cuáles son las cubiertas más ventajosas, las cuales brindan pequeñas ganancias a largo plazo; y evitando la elección de cartas que generan triunfos altos e inmediatos, pero con grandes sanciones futuras (Wang et al., 2013).

Con esta misma tarea Vaidya et al (2012) corroboraron que los consumidores crónicos de cannabis presentan un desempeño menor que los controles; igual como sucede en una muestra mexicana (García et al., 2010). Fridberg et al., (2010) encontraron que las decisiones de los usuarios crónicos de cannabis en la IGT estaban implicadas con mayor búsqueda de recompensa, menor aversión a las pérdidas y menor coherencia entre la conducta de elección y las expectativas de resultados. El uso de otros test con objetivos similares (Billeke et al., 2013; Guyer et al., 2014; Monterosso, Ehrman, Napier, O'Brien, & Childress, 2001) también muestran que los usuarios de cannabis asumen mayores riesgos y tienen mayor sensibilidad a las recompensas que los sujetos control (Fishbein et al., 2005; Monterosso et al., 2001) incluyendo a los adolescentes (De Bellis et al., 2013).

Wesley et al., (2011) también muestran en su estudio que los usuarios crónicos de marihuana presentan un mal rendimiento en la Iowa Gambling Task (IGT). Ellos consideran que es debido al defecto para desarrollar estrategias ventajosas, pues se evidenció que la actividad funcional del cerebro de los consumidores de marihuana durante la evaluación fue diferente a la de los controles. Por ejemplo, los usuarios de cannabis mostraron pequeñas activaciones en la corteza cingulada anterior, la corteza prefrontal ventral medial y porciones de la corteza frontal medial superior. Durante la evaluación de las pérdidas monetarias, los usuarios de cannabis también tenían menor actividad en estas mismas áreas, así como en el precuneus, la corteza cingulada posterior, el lóbulo parietal superior, y las porciones del cerebelo y la corteza occipital dorsal, en comparación con los controles. Estos datos hacen pensar que el fracaso de los consumidores para desarrollar los resultados de toma de decisiones acertadas ocurre por una insensibilidad relativa a las pérdidas.

Lo anterior sugiere que los consumidores crónicos de marihuana no procesan la información negativa de la misma manera que los controles durante la toma de decisiones. Esto puede dar lugar a estrategias ineficientes utilizadas para resolver problemas producto de la insensibilidad funcional para eventos aversivos como resultado de la alteración del sistema cannabinoide por el alto consumo de marihuana (Wesley et al., 2011).

Así, estos resultados apoyan el argumento de que los usuarios crónicos de cannabis presentan deficiencias en los procesos psicológicos relacionados con la motivación, el aprendizaje, la memoria y el control del comportamiento. Por tanto, este deterioro puede contribuir a una desfavorable toma de decisiones en este grupo y provocar o agravar los problemas relacionados con el consumo de cannabis, como la incapacidad de lograr o mantener la abstinencia (Fridberg et al., 2010).

Fukunaga et al (2013) sugieren que personas dependientes de sustancias pueden haber reducido la sensibilidad neurocognitiva en las regiones de la corteza cingulada anterior y la ínsula anterior que intervienen en la percepción del riesgo y la aversión durante la toma de decisiones. A propósito, Alameda Bailén et al., (2012) describen que el

rendimiento inferior en la IGT de los usuarios de cannabis podría deberse a la presencia de déficit o deterioro en la toma de decisiones y en particular a un compromiso en la integración de procesos emocionales. De hecho, estos autores explican sus hallazgos a partir de la hipótesis del marcador somático, señalando que los usuarios de cannabis asignan diferentes valores emocionales a las alternativas en función de sus experiencias previas de recompensa-castigo, que les impide aprender de las señales de retroalimentación negativa de la tarea. Finalmente los autores consideran que los usuarios presentan una integración deficiente de la información relacionada con la recompensa.

Todos estos cambios también pueden verse incluso en consumidores de bajas cantidades de cannabis (Rogers et al, 2006) mostrando que esta sustancia tiene efectos relativamente complejos en la toma de decisiones arriesgadas de los adultos sanos, provocando efectos que podrían, de diferentes maneras, inhibir o promover conductas de riesgo.

El uso de técnicas de registro de los correlatos neurales ha sido útil para el estudio de la toma de decisiones. Éstos registros muestran en los usuarios de sustancias una actividad cerebral alterada en las regiones centrales vinculadas a los aspectos motivacionales y afectivos de la toma de decisiones (Vaidya et al, 2012), principalmente en la corteza prefrontal ventromedial y la corteza orbitofrontal y la ínsula.

En este sentido, se ha mostrado que las personas dependientes de sustancias y pacientes con lesiones en la corteza prefrontal ventromedial pueden exhibir comportamientos similares que los llevan a tomar decisiones parecidas en la vida real, prefiriendo opciones que traen beneficios inmediatos, incluso si se combina con consecuencias negativas (Verdejo-García & Bechara, 2009).

Diferentes estudios con **Potenciales Relacionados a Eventos** (ERPs) proporcionan información importante sobre cómo se procesa la información y cómo este procesamiento puede alterarse. Los ERPs son fluctuaciones de voltaje que son asociados en el tiempo con alguna ocurrencia física o mental (Picton et al., 2000). Como en otros estudios electrofisiológicos, la interpretación de los resultados de los ERPs

analizan la latencia, morfología, amplitud, la duración y especialmente el tiempo de reacción y de respuesta.

La secuencia y las latencias de los componentes de ERPs rastrean el tiempo transcurrido de la actividad de procesamiento en milisegundos, mientras que sus amplitudes indican el grado de asignación de recursos neuronales a procesos cognitivos específicos. Los ERPs son sensibles a variables relacionadas con el procesamiento de la información y complementan las medidas de desempeño tradicionales, como la precisión y rapidez en las tareas conductuales (Duncan et al., 2009).

Sus beneficios se resumen en la precisión temporal la cual permite evaluar los cambios dinámicos, temporales y transitorios de eventos cognitivos; así como la modulación de las manipulaciones experimentales y su combinación con el resultado del comportamiento, y también, permiten evidenciar la interacción cognitiva ante eventos automáticos (de abajo hacia arriba) y eventos controlados (de arriba abajo) (Agustín Ibáñez et al., 2012). El uso de esta técnica en el campo de la toma de decisiones se ha favorecido por su excelente resolución temporal, y porque permite comprender de una mejor manera los procesos fisiológicos asociados.

Los componentes relacionados con el procesamiento del estímulo son diversos. Por ejemplo el componente P3 se ha estudiado ampliamente en el campo de la toma de decisiones. La onda P3 es un componente positivo de larga duración que se produce aproximadamente entre 300 y 700 ms después del inicio de un estímulo (Campanella, Pogarell, & Boutros, 2014). Depende enteramente de la tarea realizada por el sujeto y no está directamente influenciado por las propiedades físicas del estímulo provocador. Por lo tanto, la onda P3 se denomina como un componente endógeno para indicar su dependencia de factores internos que de externos (Luck, 2005).

El uso de cannabis reduce la amplitud del componente P3 en tareas de atención dividida asociada a tiempos de reacción más lentos y deterioro de la precisión (D. B. Spronk et al., 2016). Pero los resultados de los estudios sobre amplitudes P3 son incompatibles. Algunos estudios muestran que la amplitud de P3 en tareas de atención dividida se reduce significativamente por el uso de cannabis (Theunissen et al., 2012). Otros por el

contrario, no muestran diferencias entre las personas con adicciones y controles (Sola, 2009).

El componente P3 se ha asociado con la evaluación de estímulos relevantes para la tarea y la asignación de la atención; y ha sido consistentemente vinculado al procesamiento emocional. En el estudio de Troup et al., (2016) parece ser que quienes utilizan el cannabis casualmente tienen un mayor déficit en el procesamiento de la emoción con una reducida respuesta en P3. Esto insinúa que, posiblemente, una mayor exposición a la sustancia puede haber desarrollado mecanismos de compensación a los efectos sobre el cannabis en el procesamiento emocional.

En consumidores de cannabis, Fridberg, Skosnik y Hetrick (2013) observaron con esta misma técnica que el componente N1 no presenta irregularidades porque el procesamiento temprano se mantiene intacto para el registro sensorial; pero que el exceso de cannabis disminuye la potencia espectral durante la onda gamma (40 Hz) y beta (15 Hz). Theunissen et al., (2012) mostraron que los consumidores crónicos desarrollan tolerancia a los efectos deteriorantes del cannabis en el rendimiento cognitivo en tareas de atención dividida y control de impulsos en los componentes P1, N2 y P3, en comparación con los consumidores ocasionales.

En los consumidores ocasionales la amplitud P1 es reducida en tareas de atención dividida, pero no en los consumidores crónicos de la sustancia. Tanto que podría argumentarse que los consumidores de cannabis ocasionales son menos capaces de diferenciar los objetivos de los distractores cuando están bajo la influencia de la sustancia, y por lo tanto, se reduce su P1. Sin embargo, dado que los usuarios crónicos no muestran un cambio en la amplitud P1 después de la administración de cannabis, se podría interpretar como una tolerancia a los efectos del mismo (Theunissen et al., 2012).

Todo esto hace pensar que la exposición a drogas ilícitas conducen a una mayor captura atencional relacionada con la recompensa, tal vez a través de la sensibilización de las vías neuronales relacionados con el proceso de gratificación, que puede expresarse únicamente en aquellos con un control cognitivo deficiente (Albertella. 2017).

Otra de las principales características de las personas consumidoras de sustancias es la capacidad reducida para procesar los errores con éxito y monitorear el desempeño, como se refleja en la reducción de la Negatividad Relacionada con el Error (o Error Related Negativity –ERN-). El ERN es una deflexión negativa relacionada con eventos que alcanza un pico de aproximadamente 50-100 milisegundos después de la comisión de un error. Se cree que la ERN refleja la actividad de procesamiento de errores tempranos de la corteza cingulada anterior (Olivet & Hajcak, 2008). La medición de este componente permite distinguir entre ganancias y pérdidas en función de resultados esperados o inesperados y además es sensible a la retroalimentación de los resultados (fERN) (Yeung & Nieuwenhuis, 2009).

El monitoreo es un proceso que permite a los humanos responder de forma activa y segura a las cambiantes exigencias del entorno. Este proceso se refleja en la ERN como resultado de una señal de alarma en el cerebro ante un error de conflictos que desencadena la necesidad de adaptación del comportamiento. Con el fin de modificar y mejorar el comportamiento, otras funciones son reclutadas como las respuestas motoras, de atención o aprendizaje (D. Spronk, Dumont, Verkes, & de Bruijn, 2011). Así, es posible que las deficiencias en la supervisión del rendimiento causada por la administración de cannabis puedan resultar en la disminución de las señales de advertencia y adaptaciones de comportamiento menos eficiente en tareas de la vida diaria.

El estudio de Euser, Evans, Greaves-Lord, Huizink, y Franken, (2013) puede aportar evidencia que sustente que la disminución del procesamiento de errores representa un endofenotipo prometedor para indicar una vulnerabilidad a desarrollar un trastorno por abuso de sustancias. De hecho, también es posible considerar que los cambios en los correlatos neurales del sistema de monitorización de error (ERN) son dependientes de la dosis. Específicamente, una alta dosis de cannabis parece influir tanto en el error consciente (tardío) como en los procesos automáticos iniciales que participan en la supervisión de errores; mientras que dosis bajas de cannabis parece afectar sólo el procesamiento consciente (final) de los errores (Kowal, van Steenbergen, et al., 2015).

Sin embargo otros autores también refieren que al disminuir los niveles de motivación por causa de la administración de cannabis (Böcker et al., 2010; Dumont et al., 2011) se podría originar una reducción indirecta del ERN (D. Spronk et al., 2011). Consecuentemente, los cambios en la estrategia de toma de decisiones se producirían posteriormente si la motivación del comportamiento provocada por esta señal supera la tendencia predominante del comportamiento (por ejemplo, preferencia de riesgo) (Zhang et al., 2014).

Otro componente estudiado en consumidores de cannabis es el Feedback-Related Negativity (fERN) definido como una deflexión negativa de aproximadamente 250-500 milisegundos después de la retroalimentación que se genera cuando los resultados de las decisiones son peores de lo esperado (la ERN se obtiene cuando se producen errores, pero no se da retroalimentación) (Holroyd & Coles, 2002). Se cree que el fERN proporciona información sobre el déficit funcional que subyace a expresiones cognitivas y de comportamiento específicas (Nieuwenhuis et al., 2002).

Siguiendo la línea de Wahlstrom, (2014), en sujetos sanos, las predicciones de error positivo se correlacionan con los aumentos fásicos de la dopamina mesencefálica y no provocan ondas ERN/fERN. Sin embargo, las predicciones de error negativo se reflejan en una inmersión de la dopamina mesencefálica y se obtienen las ondas ERN/fERN. Olvet & Hajcak, (2008) citan que la ERN es el resultado de la desinhibición de la corteza cingulada por las neuronas dopaminérgicas que señalizan los eventos que son incoherentes con lo previsto. Desde esta perspectiva, dicha hipótesis apoya la idea de que las señales de error son importantes para el aprendizaje porque se usan para predecir la presencia/ausencia de recompensas futuras para modificar el comportamiento en curso. También se ha evidenciado que es posible que las emociones positivas influyan en la activación de las neuronas dopaminérgicas del mesencéfalo que transmiten la señal de error de predicción de la recompensa neural a la corteza cingulada anterior, modulando así el significado motivacional de los resultados (Zhao, Gu, Tang, Yang, & Luo, 2016).

Al igual que ocurre con el componente ERN, el consumo de sustancias reduce la amplitud de fERN como reflejo de la funcionalidad deteriorada de la corteza cingulada

anterior (Forman et al., 2004), reduciendo la respuesta emocional a los errores (Bates, Kiehl, Laurens, & Liddle, 2002). Por el contrario, se ha encontrado que las amplitudes aumentadas de ERN y fERN están asociadas con los trastornos de ansiedad, que provienen de niveles elevados de afecto negativo y de hiperactividad de la corteza cingulada anterior dando lugar a respuestas emocionales y electrofisiológicas aumentadas al error (Hajcak, McDonald, & Simons, 2003; Olvet & Hajcak, 2008).

En estudios con Potenciales Relacionados a Eventos (ERPs) se ha reportado que las personas con adicciones registran menor amplitud e hipoactivación de la onda ERN en la corteza dorsal del cíngulo anterior, el giro frontal inferior y la corteza prefrontal dorsolateral, en comparación con los controles (Luijten et al., 2014). También se ha descrito el efecto del consumo de cannabis en el retraso de la evaluación e identificación de los estímulos emocionales por el aumento en la latencia de los picos de los componentes P350 y P450 (Ehlers, Gilder, & Phillips, 2008). Pero aún no se han conocido los correlatos neurales asociados a la toma de decisiones que se ejecuta en contextos sociales en personas con antecedente de consumo de cannabis.

Luijten, Schellekens, Kühn, Machielse y Sescousse (2017) reportan una hipoactivación consistente en el núcleo estriado durante la anticipación de la recompensa en individuos consumidores de sustancias y con juego patológico, relacionando el déficit de procesamiento de la recompensa. Otro estudio muestra la sensibilidad neural diferenciada a la influencia social en subregiones estriatales en usuarios de cannabis y controles; considerando que la sensibilidad a la influencia social en el estriado podría contribuir al desarrollo y/o mantenimiento del uso de la marihuana (Gilman et al., 2016).

Autores como Wesley et al., (2011) concluyen que los consumidores de cannabis a largo plazo muestran actividad neuronal anormal durante la evaluación consciente de los estímulos emocionales. Y que en comparación con los controles, los usuarios de cannabis muestran respuestas hipoactivas significativas en la corteza prefrontal medial, responsable de equilibrar y/o integrar señales afectivas y no afectivas durante la cognición.

Simpson et al., (2001) mostraron que la función del córtex prefrontal medial se disminuye cuando se realizan tareas cognitivas que requieren mayor atención. Sin embargo, cuando el contenido afectivo está integrado en la cognición en curso, la función de esta corteza se incrementa, resultando en menos hipoactividad. Así, en el estudio de Wesley et al., (2016) los consumidores de cannabis aumentaron la carga cognitiva, incluyendo la demanda de atención, durante la evaluación emocional, lo que podría interferir con la señalización afectiva normal en el córtex prefrontal medial. Por lo tanto, la función anormal del córtex prefrontal medial puede ser considerada perjudicial o beneficiosa para las experiencias emocionales dependiendo del contexto.

5.5 Contexto social de evaluación

La Psicología social durante mucho tiempo ha mostrado que las personas se comportan de manera diferente cuando están siendo observadas (Leary & Allen, 2010). Se ha planteado que la sola presencia de otra persona tiene incidencia sobre una gran variedad de tareas, incluyendo la reducción de la interferencia stroop (Huguet et al., 1999), el aumento de las conductas prosociales durante los juegos económicos (Haley & Fessler, 2005) y mejor puntaje en tareas de percepción visual (Santamaría-García, 2013). Al parecer, el hecho de ser observado y evaluado lleva al sujeto a intentar mejorar su reputación (Chevallier et al., 2014) o a sentirse avergonzado o cohibido durante la tarea (Hamilton & Lind, 2016).

Recientemente se ha reportado que el comportamiento de las personas puede cambiar cuando interactúan en contextos de evaluación social (Chein et al, 2011; Bault et al, 2011), de competencia (Billeke et al, 2012), o cuando se comparan con otros miembros según su jerarquía social para la regulación del comportamiento en grupo (Cummins, 2000; Santamaría et al 2013). Esto ocurre independientemente de si la audiencia es presencial o virtual, y aumenta su impacto en la medida que aumenta la edad (Hamilton & Lind, 2016).

Bault et al., (2011) estudiaron en poblaciones no clínicas cómo las comparaciones sociales influyen en la elección. Mostraron que durante una competencia se suele ser

más arriesgado por la intención de superar a los demás. Además, que la toma de decisiones en público suele hacerse más rápido y ocasiona mayor activación del cuerpo estriado cuando los participantes ganan frente a sus contrincantes, contrario a lo que sucede cuando se gana o pierde en privado.

En el 2011, Chein y sus colaboradores reportaron que la presencia del otro incide en el aumento del riesgo en las elecciones de los adolescentes, pero no en la de los adultos; activando regiones del cerebro relacionadas con la recompensa, incluyendo el estriado ventral y la corteza orbitofrontal, cuya actividad predice la posterior toma de riesgos. Así, la presencia de observadores aumenta la actividad en el estriado ventral reforzando la teoría de que los comportamientos humanos son modulados tanto por las recompensas materiales como por la aprobación de los demás (Izuma, Saito, & Sadato, 2010).

La evidencia existente sugiere que las estructuras cerebrales asociadas a la cognición social forman un circuito esencial para codificar el valor afectivo-emocional de los estímulos. Algunos estudios han mostrado directamente que estas estructuras son importantes para adquirir el valor emocional de los estímulos sociales (Ochsner, 2008). Así, la capacidad de regular el comportamiento según los resultados depende del remapeo o reevaluación de las contingencias entre las acciones y resultados afectivos; dependiendo de la actualización del valor del estímulo a través de la experiencia directa con los resultados afectivos asociados a ella (Ochsner, 2008).

Pero según se indica, Henchy & Glass descubrieron que la mayor fuente de activación no es la sola presencia de un extraño, sino más bien el hecho de saberse evaluado (Lindman, 2005). Lindman (2005) también describe la explicación de Cortell (1968) al suponer que dicha activación sólo ocurre cuando los evaluados crean una asociación entre su desempeño y la evaluación. Esa asociación encauza en un estado activo de alerta o preparación, lo cual resulta en un aumento general en la energía del individuo (Huguet et al., 1999). Zajonc (1980) en sus investigaciones determinó que el aumento general en la energía y el estado de activación se manifiesta en un mejor desempeño para tareas sencillas, pero en uno peor para tareas complejas. Esto se da con la presencia de un observador por una potencial amenaza física percibida, entendida como

una respuesta innata (citado por Lindman, 2005). Con esto, el hecho de ser visto cometiendo errores en las tareas difíciles daría lugar a una caída de la autoestima, un sentimiento de vergüenza y un peor rendimiento en los ensayos adicionales. Por ello, la gente puede sentirse incómoda después de cometer fallos en las tareas difíciles haciendo que su rendimiento empeore (Bond & Titus, 1983; citados por Lindman, 2005).

Respecto a esa sensación (o percepción) de amenaza, Guerin e Innes (1983) entienden que se da como un efecto de la facilitación social que ocurre únicamente cuando se provoca una situación de incertidumbre en el ambiente del individuo evaluado (citado por Lindman, 2005). Cuando un individuo conoce al observador, está familiarizado con la situación o la tarea, y es capaz de vigilar continuamente al observador, el estado de incertidumbre no se activa. Sin embargo, cuando la situación o la tarea no son familiares y el observador no puede ser supervisado por el observado, los niveles de excitación, activación e incertidumbre del individuo aumentan.

En sus estudios sobre la influencia del contexto social en relación a tareas simples y complejas, Guerin e Innes probaron sus suposiciones, al encontrar diferencias significativas con relación a la situación de monitoreo del evaluado por parte del observador. Sin embargo, estas diferencias solo se identificaron en tareas complejas y no en tareas simples (Guerin & Innes, 1982; citado por Lindman, 2005). Tian et al., (2015) citan algunos trabajos de Huguet et al., 1999 y Zajonc, 1965 quienes consideran que la presencia de otros hace que se genere un mayor nivel de motivación o atención focalizada, en concordancia con el aumento de la amplitud que se da en P3 como respuesta a la presencia de una audiencia. Se cree que este efecto potencia los recursos atencionales para mantener un rendimiento acorde a los resultados anteriores (Tian et al., 2015).

De acuerdo con Tian et al., (2015), son varios los estudios realizados en Psicología Social que han logrado demostrar el efecto de la audiencia, tanto en humanos como en animales, sobre las funciones ejecutivas y el comportamiento. Estos autores investigaron cómo el efecto de la audiencia modula las firmas neurocognitivas que subyacen a la evaluación que hacen las personas de su propio rendimiento. Los resultados muestran que la presencia de otros modula la negatividad relacionada con retroalimentación

(fERN), lo cual podría reflejar la importancia motivacional de los participantes dependiente del contexto social.

Otro estudio también muestra la influencia del contexto social en las decisiones y el procesamiento de resultados (Peterburs et al., 2017). Las conclusiones indican que en parte, esta influencia depende de las diferencias interindividuales como los estados de ansiedad ante un encuentro social. En este estudio también se halló modulación en fERN que correlacionó significativamente con los niveles individuales de ansiedad social registrados. Así, se cree que la observación social puede haber cambiado el énfasis a la retroalimentación, aumentando de ese modo la atención y el procesamiento del estímulo, posiblemente indicando que el aumento de la excitación sensibiliza el sistema de supervisión del rendimiento.

Las personas con distintos niveles de preocupación muestran distintos patrones de comportamiento y distintas respuestas neuronales autonómicas durante la toma de decisiones sociales. Estos hallazgos contextualizan la tendencia de evitación que tienen algunas personas a la interacción social. Por ejemplo, un ERN mejorado en los individuos ansiosos refleja su mayor respuesta emocional negativa o a preocupaciones sobre sus errores. Es decir, una mayor ERN proporciona un índice de preocupación por completar hasta las tareas más simples. Quizás esto puede servir como un presagio de la lucha de estas personas para adaptarse al mundo real. De hecho, la distracción constante y compensatoria es ilustrativa de cómo la preocupación, en particular, puede agotar los recursos y llevar a una discapacidad funcional (Chen, Zheng, Han, Chang, & Luo, 2017; Peterburs et al., 2017).

6. Metodología

6.1 Participantes

La muestra estuvo constituida por 53 voluntarios de ambos sexos residentes en la ciudad de Bogotá, con edades comprendidas entre los 18 y 40 años, y con escolaridad entre 9 y 20 años. 33 eran controles y 20 eran usuarios habituales (al menos una vez a la semana) de marihuana como sustancia de uso frecuente.

La selección de la muestra fue intencional, asumiendo como criterios de exclusión la presencia de antecedentes de patologías del sistema nervioso central o periférico, genéticas o hereditarias, psiquiátricas, traumatismos craneoencefálicos con pérdida de la conciencia o alteraciones visuales, auditivas y/o motoras no corregidas. Tener problemas de comunicación, o problemas de juego patológico, consumo reciente de tabaco, SPA y/o consumo de bebidas con cafeína 24 horas antes del estudio; abandono voluntario del estudio o no haber terminado la aplicación de las pruebas programadas.

6.2 Consideraciones éticas

Este estudio asegura la normatividad ética con humanos, que salvaguarda el bienestar y los derechos de los participantes según lo estipulado en el capítulo VII de la ley 1090 del 2006. Todos los sujetos fueron voluntarios de acuerdo a los criterios éticos de participación informada para la experimentación con humanos (resolución N° 008430 del 1993 del Ministerio de Salud). El tipo de riesgo inherente a esta investigación fue mínimo, ya que la recolección de los datos se realizó a través de procedimientos comunes con cuestionarios psicológicos y exámenes electrofisiológicos, los cuales son métodos de registro y de carácter no-invasivo que no generan ningún tipo de modificación conductual.

Los resultados obtenidos con la experiencia grupal fueron registrados y analizados con códigos específicos que reemplazaron los nombres de los participantes con el fin de proteger su identidad.

6.3 Instrumentos

6.3.1 Ficha de reporte:

Formato de aplicación individual que indaga los datos sociodemográficos y antecedentes médicos personales y familiares. Incluye información adicional acerca de la historia de consumo (frecuencia, cantidad, edad de inicio, tiempo de uso, tiempo de desuso, etc.); además de algunas observaciones relevantes que puedan ser reportadas por los participantes. El tiempo de duración en la aplicación es 10 minutos (Anexo A).

6.3.2 Prueba de detección de consumo de alcohol, tabaco y sustancias (ASSIST):

El ASSIST es el resultado de un trabajo realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para promover una prueba de detección de alcohol e intervención breve a través del desarrollo y la validación de la Prueba de Identificación de Trastornos por el Consumo de Alcohol (AUDIT, por sus siglas en inglés). La versión 3.0 del ASSIST consiste en un cuestionario en versión de papel y lápiz dirigido a los usuarios de sustancias. El diseño de la prueba es culturalmente neutral para detectar el consumo de tabaco, alcohol, cannabis, cocaína, estimulantes de tipo anfetamina, inhalantes, sedantes o pastillas para dormir (benzodiacepinas), alucinógenos, opiáceos, u otras drogas (World Health Organization, 2010).

El cuestionario consta de ocho preguntas y diligenciarlo toma aproximadamente entre 5 y 10 minutos. El resultado de las ocho preguntas indica el nivel de riesgo (y la dependencia) asociados con el consumo de sustancias; desde *riesgo bajo* con puntuaciones menores o iguales a 3 (consumo ocasional, esporádico o no riesgoso y nocivo), *riesgo moderado* con puntuaciones entre 4 y 26 (consumo más regular o semanal) y *riesgo alto* con resultados mayores o iguales a 27 (consumo frecuente o peligroso, intensivo o diario). Asimismo, el ASSIST proporciona información sobre el consumo de sustancias a lo largo de la vida, así como el consumo y los problemas relacionados en los últimos tres meses. Además, permite identificar una serie de problemas relacionados con el consumo de sustancias, tales como intoxicación aguda,

consumo regular, consumo dependiente o de 'alto riesgo' y conductas asociadas con inyectarse.

Hasta ahora el ASSIST ha sido validado solo en forma de entrevista, ya que no se ha determinado aún si puede hacerse de manera autoadministrada. Sin embargo, el formato de entrevista tiene muchas ventajas y puede utilizarse aun cuando los usuarios tengan niveles bajos de alfabetización.

Aunque es posible flexibilizar la manera de hacer las preguntas, es importante que se hagan todas las preguntas relevantes y que las respuestas sean registradas adecuadamente. Las preguntas 1 y 2 son preguntas 'filtro', y determinarán por cuáles sustancias se debe indagar en las preguntas subsecuentes. Cada pregunta del cuestionario tiene un conjunto de respuestas de las cuales elegir, y cada respuesta de las preguntas 2 a la 7 tiene una puntuación numérica. El entrevistador encierra en un círculo la puntuación numérica que corresponde a la respuesta del usuario a cada pregunta. Al final de la entrevista se suman las puntuaciones de las preguntas 2 a la 7 para cada sustancia específica (tabaco, alcohol, cannabis, cocaína, estimulantes de tipo amfetamina, inhalantes, sedantes o pastillas para dormir, alucinógenos, opiáceos y 'otras' drogas) para obtener una puntuación de riesgo del ASSIST para cada sustancia.

La puntuación final se obtiene por medio de la suma de las puntuaciones de las preguntas 2 a la 7. Los resultados de la pregunta 8 no cuentan para la puntuación general, pero el consumo por vía inyectada (pregunta 8) es un indicador de alto riesgo y se asocia con un mayor riesgo de sobredosis, dependencia, virus en la sangre (VIH y hepatitis C) y con niveles más altos de otro tipo de problemas relacionados con las drogas. Cada respuesta sobre cada droga y cada pregunta debe encerrarse en un círculo e incluir todos los ceros o respuestas negativas, de lo contrario es posible obtener una puntuación incorrecta (Anexo B).

6.3.3 INECO Frontal Screening (IFS)

Este cuestionario tiene como objetivo la detección de la disfunción ejecutiva en pacientes con diversas patologías que afectan los circuitos frontoestriados. Es sensible, específico, y a su vez corto y de fácil administración para determinar la disfunción ejecutiva en pacientes con diversos tipos de demencia u otras enfermedades psiquiátricas. El diseño

del IFS se compone de 8 subtest: series motoras, instrucciones conflictivas, go-no go, dígitos en orden inverso, memoria de trabajo verbal, memoria de trabajo espacial, interpretación de refranes (capacidad de abstracción) y control inhibitorio verbal. El punto de corte sugerido para el IFS es de 25 puntos habiendo demostrado con el mismo una sensibilidad del 96.2% y una especificidad del 91.5% en la diferenciación de los pacientes con diversos tipos de demencia (Torralva et al, 2009) (Anexo C).

6.3.4 Escala del sistema de inhibición conductual y sistema de activación conductual (BIS / BAS)

La versión traducida al español de Jiménez, Acosta, Cuevas, & Reséndiz, (2009) está compuesta por 24 ítems (4 de relleno: 1, 6, 11, 17) y puede ser autoadministrada. Su duración aproximada oscila entre los 5 y 10 minutos. Cada ítem está redactado en forma de frase que describe los comportamientos típicos de las personas. Así, se le pide al evaluado que indique el grado de precisión con que cada oración lo describe, utilizando una escala de cuatro opciones de repuestas que van desde “muy falso en mi caso (1)” hasta “Muy cierto en mi caso (4)”. La E-BIS se compone de siete ítems que miden los motivos de evitación o alejamiento de algo desagradable, es decir, la activación de los estímulos aversivos incluido el castigo o la no recompensa que puede denominarse como la ansiedad, la preocupación y el miedo a cometer errores o la comparación social (Lee et al., 2016). Las escalas E-BAS incluyen tres subescalas: *Pulsión (P)*, que mide la fuerza que mueve al individuo a conseguir sus objetivos. *Búsqueda de diversión*, placer, o sensaciones (BDP), que mide las acciones encaminadas a la satisfacción personal. Y *responsividad a la recompensa (RR)*, que mide las conductas específicas que llevan a obtener una recompensa. La suma de las respuestas en cada escala corresponde a la puntuación propia de esa escala. Los coeficientes alfa para RR, P, y BDP, son .73, .76 y .66, respectivamente, y para la EBIS es .74. (Carver & White, 1994).

Carver y White (1994) indicaron que la escala BIS correlaciona más con las medidas de ansiedad- rasgo, la afectividad negativa, el temperamento negativo, la evitación del daño y la dependencia de la recompensa; mientras que las subescalas BAS correlacionaron más con las medidas de la extraversión, la afectividad positiva y el temperamento positivo. Las escalas también fueron validadas utilizando situaciones experimentales en

las que se habían previsto un castigo o una recompensa. Los de alto contenido de sensibilidad BAS reaccionaron con mayor felicidad cuando se preveía una recompensa y los individuos con alto contenido de sensibilidad BIS reaccionaban con mayor nerviosismo cuando se anticipaba el castigo (Jorm et al., 1998) (Anexo D).

6.3.5 La escala de impulsividad de Barratt (BIS)

Es una medida estándar que ha tenido una gran influencia en la formación de las teorías actuales de control de impulsos, y ha jugado un papel clave en los estudios de la impulsividad en sus aspectos biológicos y las correlaciones de comportamiento psicológico (Reise, Moore, Sabb, Brown, & London, 2013). La versión abreviada de la Escala de Impulsividad de Barratt (BIS-15S) consta de 15 reactivos que muestran el nivel de impulsividad para cada una de las tres subescalas: *Impulsividad motora* o tendencia a actuar sin pensar se compone de 10 ítems: 2, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 23, 26 y 29. *Impulsividad Cognitiva o atención* (capacidad de concentrarse y estar atento) con 8 ítems: 4, 7, 10, 13, 16, 19, 24 y 27. E *Impulsividad no Planeada* (tendencia a no trazar planes y realizar tareas de forma descuidada) con 12 ítems: 1, 3, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 22, 25, 28 y 30. Cada ítem consta de cuatro opciones de respuesta (0, raramente o nunca; 1, ocasionalmente; 3, a menudo; 4, siempre o casi siempre). Puede ser auto o heteroaplicada. Desde el punto de vista clínico, posee mayor relevancia el valor cuantitativo de la puntuación total. Los ítems 1, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 17, 19, 22 y 30 tienen una puntuación inversa. La puntuación de cada subescala se obtiene sumando las puntuaciones parciales obtenidas en cada uno de sus ítems. La puntuación total se obtiene de la suma de todos los ítems. No existe un punto de corte propuesto. La consistencia interna del BIS-15S es de 0,793; su confiabilidad prueba-reprueba, 0,80 en muestra colombiana (Orozco-Cabal, Rodríguez, Herin, Gempeler, & Uribe, 2010) y su aplicación oscila entre los 5 y 10 minutos (Anexo E).

6.3.6 Iowa Gambling Task

Es una tarea ampliamente utilizada para evaluar la toma de decisiones y determinar relaciones riesgo-beneficio. La misión del evaluado es incrementar la ganancia de un préstamo mediante la elección de cartas distribuidas en 4 mazos compuestos por cartas con baja recompensa inmediata con castigos moderados (cartas C y D) y cartas con altas

recompensas inmediatas, pero con mayores castigos (cartas A y B) (García et al., 2010). La variable dependiente de esta tarea es el resultado neto y no tiene límite de tiempo para su ejecución.

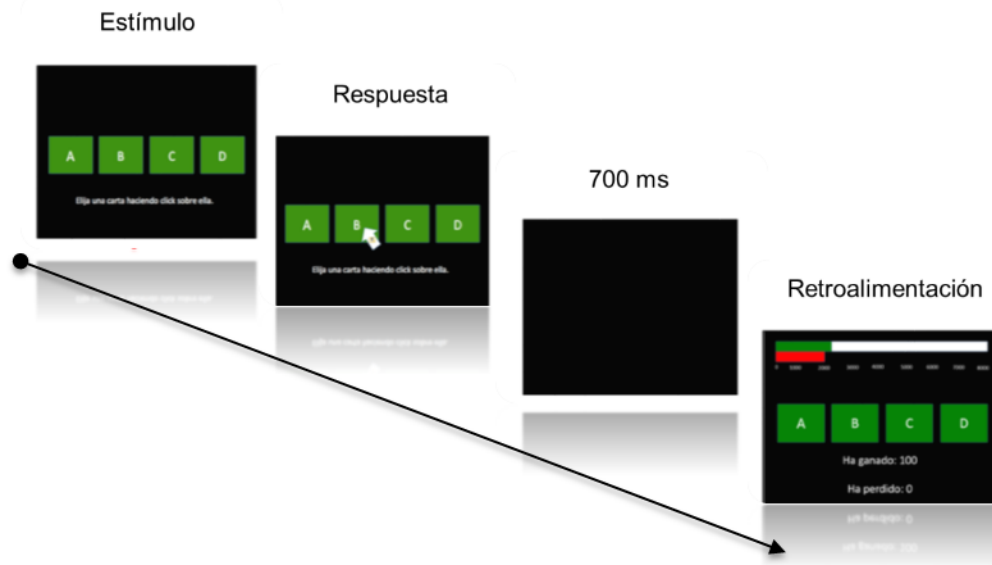


Figura 1 Iowa Gambling Task (Bechara et al., 1994). 1) Estímulo: revisión de las opciones de elección. 2) Respuesta: elección. 3) tiempo de espera de 700 ms. 4) retroalimentación de la elección.

La tarea se programó con el software E-Prime (PST, Inc., Pittsburgh, PA) y su duración en promedio oscilaba entre 5 y 10 minutos. Sobre un fondo negro se presentaron cuatro cuadrados de color verde en la parte media de la pantalla con orientación horizontal. Cada uno de ellos estaba marcado con la letra A, B, C o D como la tarea original. Todas las cartas con la misma forma, dimensión y brillo. Los participantes fueron situadas aproximadamente a 70 cm delante de una pantalla de un monitor de 21" (1280 x 800 pí) con un ángulo de visión de 35 °.

El participante iniciaba la tarea con un préstamo de \$2.000 y en cada ensayo debía clicar una carta de las 4 barajas. En cada uno de los 100 ensayos la tarea reportaba la ganancia o pérdida que traía la elección de cualquier carta (distribuidos sobre el 70% / 30% de ganancia/pérdida). A su vez, en la parte superior de la pantalla, dos barras horizontales de color rojo y verde mostraban el rendimiento general del participante (barra verde) en comparación con el préstamo inicial de 2.000 (barra roja que permanecía inmóvil).

Las instrucciones se presentaban inicialmente para que fueran leídas en voz alta por la investigadora y vistas por el evaluado. La consigna fue *“en este juego usted comenzará con un préstamo de \$2000. En cada intento deberá seleccionar una carta de las cuatro barajas. Después de seleccionar la carta se le dará una recompensa o un castigo. Su objetivo es INCREMENTAR las ganancias del préstamo, seleccionando las cartas que desee”*.

6.4 Procedimiento



Figura 2. Procedimiento de la investigación.

6.4.1 Logística

Se efectuó el ajuste de los formatos de evaluación que se aplicó a la muestra. Con el fin de identificar los criterios de inclusión se creó la ficha de reporte, en donde se indagaba la información respecto a los datos sociodemográficos. Se consultó la prueba de

detección de consumo de alcohol, tabaco y sustancias (ASSIST) para indicar el nivel de riesgo asociado con el consumo de sustancias; el INECO Frontal Screening para la detección de la disfunción ejecutiva; la escala de impulsividad de Barratt y el cuestionario de personalidad BIS/BAS (E-BIS/E-BAS). De igual modo se llevó a cabo el entrenamiento con la tarea Iowa Gambling Task (IGT) (Bechara et al, 1994) en el software libre PEBL: The Psychology Experiment Building Language 0.14 (SourceForge) para evaluar la toma de decisiones y la capacidad para determinar relaciones riesgo-beneficio en una muestra piloto. Lo anterior sirvió como base para programar la tarea con el software E-prime el cual es compatible con el amplificador BrainAMP brain vision professional y BrainVision Analyzer 2, utilizados para los registros de Potenciales Relacionados a Eventos (ERPs) en la muestra real del proyecto. Con lo anterior, se llevó a cabo el entrenamiento para el registro de la información con las anteriores técnicas.

6.4.2 Prueba piloto

Con base en lo anterior se realizó la prueba piloto con el objetivo de aplicar los instrumentos de evaluación propuestos para el proyecto. En dicho pilotaje participaron 23 personas con y sin antecedente de consumo de cannabis, a las que se les aplicó el protocolo de evaluación y la tarea Iowa Gambling Task con el software PEBL, que ofrece un lenguaje de programación sencillo para crear y llevar a cabo experimentos estándar. En los resultados del pilotaje la prueba IGT resultó ser afín para identificar las diferencias en el desempeño de la toma de decisiones entre los grupos de consumidores y no consumidores. A partir de las conclusiones se efectuaron 1) mejoras en el diseño de los protocolos de evaluación y 2) la decisión de reducir los ensayos de evaluación en la tarea IGT (uno en vez de dos ensayos) para evitar el efecto de aprendizaje y que el participante perdiera el interés. Con este ejercicio práctico se pudo plantear algunas reformas para el trabajo final. A partir de los resultados de la prueba piloto se aprobó la creación y programación de la tarea IGT en el software E-prime.

6.4.3 Pasantía

Se contactó con el Laboratorio de Psicología Experimental de la Universidad El Bosque de Bogotá para solicitar el entrenamiento en el montaje, grabación y análisis de resultados de los ERPs. Se inició con el montaje del espacio de trabajo para establecer

los parámetros para la grabación de señales y la segmentación entre la presentación de los estímulos y las respuestas en la tarea mediante línea de código por el software BrainVision Recorder. En paralelo se llevó a cabo el entrenamiento para la obtención del registro electrofisiológico que consistía en aprender su procedimiento. A saber, medir el perímetro craneal para conocer la talla del gorro, limpiar el rostro, colocar los electrodos al gorro, de ahí a la cabeza del participante y ajustar los electrodos del rostro. Después de ello conectar los electrodos al amplificador e iniciar el software Acticap, verificar la impedancia (10 k Ω), aplicar gel electrolítico a los electrodos de referencia y al de tierra hasta que se activaran. Luego, colocar los electrodos que registrarían el parpadeo e iniciar Brain Vision Recorder para presentar la IGT con sus respectivas instrucciones y comenzar a registrar las respuestas. Después de la toma de datos con el total de la muestra, se entrenó en la preparación de datos para su promediación y análisis.

6.4.4 Convocatoria de individuos

Inicialmente se realizó la búsqueda de la muestra en instituciones que albergaran a personas consumidoras de sustancias psicoactivas en proceso de rehabilitación de Bogotá y sus alrededores. No obstante, el total de las instituciones advirtieron la dificultad de permitir la salida de los participantes, a la toma de los ERPs, por encontrarse éstos en la fase crítica de adaptación. Lo anterior generó dificultad para el reclutamiento de dicho grupo, y se tomó la decisión de excluirlos del estudio y de incluir a consumidores habituales de cannabis que no estuvieran en proceso de rehabilitación. Éstos fueron informados y convocados a través de publicidad en redes sociales para motivar el interés en la participación del proyecto. También con la repartición de volantes entregados en diversos lugares (universidades, cafeterías, parques, discotecas, institutos técnicos, etc.) donde asistían personas con características sociodemográficas similares entre éstos y el grupo control.

6.4.5 Recolección de datos

Conformados los grupos se dio inicio al proceso de evaluación individual, desarrollado en dos jornadas. La primera, con el fin de aplicar las escalas de clasificación de la muestra (ASSIST y ficha de reporte) posterior a la firma del consentimiento informado. Adicional a estas pruebas, se aplicaron las escalas clínicas (IFS, BIS, BIS/BAS). En la segunda

sesión se llevó a cabo la tarea de toma de decisiones y los registros de ERPs en una sala de sonido atenuada y eléctricamente blindada en donde se hicieron las grabaciones.

Con el fin de generar un efecto audiencia (Bault, Joffily, Rustichini, & Coricelli, 2011; Chein, Albert, O'Brien, Uckert, & Steinberg, 2011) se recreó un contexto social de evaluación. Los participantes desconocían previamente de la condición social en la que iban a ser evaluados. Dos subgrupos presentaron la evaluación de toma de decisiones en privado y los dos subgrupos restantes, en contexto social. En este estudio la tarea se llevó a cabo de forma individual.

Los sujetos fueron preparados con el sistema de registro de los potenciales evocados. Quienes realizaron la IGT en privado ejecutaron la prueba después de la presentación de las instrucciones. Por su parte, a los otros subgrupos se le presentó a una persona que sirvió como audiencia. Al evaluado se le indicaba que a través de una cámara web el observador iba a evaluar su desempeño desde otro computador por fuera de la sala de experimentación. La cámara web se situaba enfrente de la pantalla del evaluado, por lo que el observador veía la ejecución del participante y no su rostro. Se recurrió a una videollamada (sin sonido) para que el ejercicio ocurriera en tiempo real. Una vez el evaluado veía a la otra persona en su pantalla se daba inicio a la tarea; y al culminarla, estos se despedían presencialmente. El observador tenía las mismas características (igualadas en edad y género) del participante.

A todos los sujetos se les leyeron las instrucciones en voz alta mientras hacían contacto visual con las mismas; y posteriormente se les solicitó que repitieran las instrucciones para confirmar su comprensión. Se les presentó un piloto de dos ensayos para la familiarización con la tarea que no fue tenido en cuenta para análisis estadísticos.

El montaje de los electrodos se realizó de acuerdo con el sistema internacional 10/20 con un gorro de nylon actiCAP (Brain Products). Con el software BrainVision Recorder (amplificador BrainAmp, convertidor A/D 16 bits) se registró la actividad electroencefalográfica (EEG) mediante los electrodos Ag/AgCl en 32 canales Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, FC1, FC2, FC5, FC6, CP1, CP2, CP5, CP6, P3, P4, PO9, PO10,

O1, O2, Fz, Cz, Pz, Oz. El electroculograma (EOG) se registró en el canto externo (TP9), la órbita intraocular (T7) y la órbita supraocular (T8) del ojo izquierdo y el canto externo (TP10) del ojo derecho.

Las impedancias de los electrodos se controlaron por debajo de 10 k Ω con el programa actiCAP antes de la preparación de las áreas de registro del electroculograma con la aplicación Nu Prep (gel abrasivo). Luego, se aplicó gel electrolítico a todos los electrodos. Previamente, con el programa BrainVision Recorder se configuró el espacio de trabajo con los siguientes parámetros para la grabación de señales: frecuencia de muestreo de 500 Hertz (Hz), filtro paso bajo de 0,03 Hz (corte bajo), filtro paso alto de 70 Hz (corte alto) con un filtro notch de 60 Hz. Los datos fueron recogidos en fracciones de -200 milisegundos (ms) (prestimulus) a 800 ms (poststimulus) (longitud = 1000 ms) para todos los canales de grabación después de la presentación de los estímulos y de las respuestas. Para los canales de retroalimentación, los datos se fraccionaron desde -200 ms (prestimulus) a 600 ms (poststimulus) (longitud = 800 ms). Se pidió a los participantes que evitaran posibles movimientos oculares y movimientos faciales repentinos para reducir los artefactos. Los datos registrados se almacenaron fuera de línea para su posterior limpieza, promediado y análisis.

A los registros obtenidos en crudo se les aplicaron filtros (el paso bajo de banda fue de 0.1 Hz y el paso alto de banda fue de 30 Hz) para eliminar los artefactos. Luego se realizó la corrección ocular (vertical: canales T8, T7 y horizontal: canales TP9, TP10) y se hizo la segmentación con la respectiva corrección de línea de base (rango entre -200 y 0 ms) y rechazo de artefactos con base en la inspección visual. Se hicieron tres segmentaciones: bloque de estímulo (-200 a 800 ms), bloque de respuesta (-200 a 800 ms) y bloque de retroalimentación (-200 a 600 ms) por cada individuo.

Consecutivamente, se hizo el promedio de cada uno de los tres bloques para hallar el gran promedio (Grand Average) en cada grupo y contexto de evaluación. Luego se exportaron las áreas con el fin de obtener un parámetro para analizar ulteriormente.

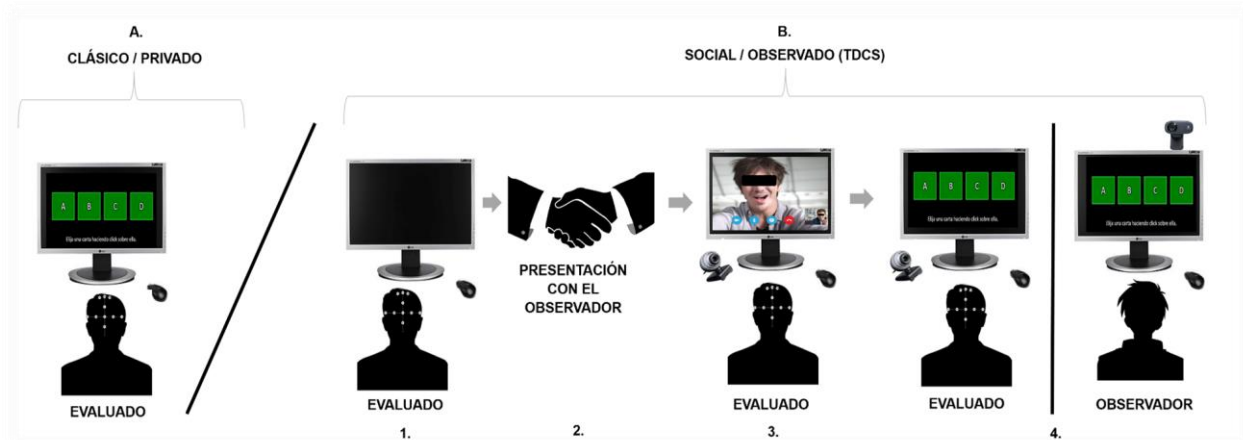


Figura 3. Simulación del Contexto de evaluación. El panel A muestra la ejecución de IGT clásica o en contexto privado. El panel B muestra la simulación del contexto social (TDCS): 1) preparación del evaluado con EEG. 2) presentación del evaluado con el observador. 3) verificación de la videollamada. 4) ejecución de IGT con observador en otra habitación.

6.4.6 Análisis de datos

Se realizó el análisis de los datos a través del paquete estadístico SPSS 23.0 (Statistical Package for the Social Sciences) con el objetivo de responder a la pregunta de investigación propuesta en el estudio.

Se hallaron las varianzas para los grupos estimadas en el p valor. Adicionalmente se obtuvieron las medias y desviaciones estándar de los datos. Los datos demográficos, escalas clínicas y el desempeño en la IGT se compararon mediante ANOVA de una vía teniendo como nivel de significancia $p < .05$. Estos análisis se realizaron por separado para el grupo de consumidores y grupo control.

Se realizó análisis independiente para cada grupo de estudio con ANOVA de una vía, teniendo como nivel de significancia $p < .05$ para contrastar en ambos grupos los correlatos neurales que subyacen a la toma de decisiones en cada contexto de evaluación, en las ventanas temporales y los electrodos respectivos de los componentes analizados. Para esto se promediaron las amplitudes medias de los electrodos propuestos y sobre ese valor se hicieron los análisis posteriores.

Conjuntamente en cada uno de las condiciones de evaluación se llevó a cabo el análisis de correlación de Pearson para analizar la asociación de cofactores como el tiempo de uso y desuso de cannabis, el funcionamiento ejecutivo, la impulsividad y personalidad sobre el desempeño conductual y los componentes neurales (Tabla 3).

- **Análisis de componentes relacionados con el procesamiento del estímulo/tarjetas (P3).**

Se examinó el componente P3 asociado a la participación de las operaciones cognitivas de orden superior relacionadas con la distribución de los recursos cognitivos (Kramer, Strayer, & Buckley, 1991) y con el esfuerzo mental que se lleva a cabo en una tarea (Wilson, et al., 1998). Las ventanas temporales y los electrodos en P3 fueron a partir de 280 a 380 ms en Pz, P3 y P4. Los datos fueron recogidos en fracciones de -200 ms a 800 ms (longitud = 1000 ms) cuyo tiempo 0 fue la presentación de los estímulos (tarjetas) (Colwell, Ryan, Throckmorton, Sellers, & Collins, 2014).

- **Análisis de componentes relacionados con la respuesta (ERN):**

Se examinó la respuesta del componente Error Related Negativity (ERN) que es un índice sensible para el sistema de monitoreo de conflictos que puede usarse para predecir patrones exitosos y para evaluar la vigilancia inmediata a la elección (Ibáñez, 2012). Las ventanas temporales y los electrodos para los componentes relacionados con la respuesta fueron de 0 – 120 ms en C3, CP5, CP6 respectivamente. Los datos fueron recogidos en fracciones de -200 ms a 800 ms (longitud = 1000 ms) cuyo tiempo 0 fue la elección (click) de las tarjetas (Euser et al., 2013).

- **Análisis de componentes relacionados con la valoración de la retroalimentación (fERN):**

Para el análisis de la evaluación de resultados se examinó el componente Feedback-Error Related Negativity (fERN) importante para distinguir entre

ganancias / pérdidas o ensayos correctos / incorrectos en resultados esperados e inesperados (Lavin, San Martín, Bravo, Contreras, & Isla, 2011). Las ventanas temporales y los electrodos para este componente fueron a partir de 150 – 300 ms en C3 y CP1. Los datos fueron recogidos en fracciones de -200 ms a 600 ms (longitud = 800 ms) cuyo tiempo 0 fue la presentación en la pantalla de la retroalimentación o feedback (Hauser et al., 2014).

7. Resultados

7.1 Definición de variables

A continuación se describen las variables de salida que caracterizan el desempeño en la IGT y la amplitud en ERPs, que se analizan en función de la previa manipulación de las variables independientes: contexto de evaluación (observado o social) (clásico o privado).

Tabla 1.

Definición de las variables.

Variable	Descripción
<u>Iowa Gambling Task</u>	
Ganancia acumulada	Cantidad de dinero acumulado al finalizar la tarea, en comparación con el préstamo inicial de \$2.000.
Tiempo de respuesta	Latencia acumulada durante la IGT expresada en segundos.
<u>ERPs</u>	
Amplitud (P3, ERN, fERN)	Grado de activación de los recursos neuronales para procesos cognitivos específicos, expresada en μV (microvoltios).

7.2 Descripción de la Muestra

La muestra estuvo constituida por 53 voluntarios de ambos sexos, pertenecientes a grupos con y sin antecedente de consumo de cannabis residentes en la ciudad de Bogotá, seleccionados de manera intencional a partir de los criterios de inclusión-exclusión estipulados y la disposición para participar en el estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Características demográficas, clínicas y evaluación de la toma de decisiones de los grupos de investigación.

		Grupos					
		Cannabis			Control		
		Contexto de evaluación					
		IGTC	TDCS	Dif.	IGTC	TDCS	Dif.
		Media (DS)	Media (DS)		Media (DS)	Media (DS)	
Demográficos	Edad	29,2 (4,733)	26,2 (4,917)	NS	27,2 (6,12)	29,9 (6,88)	NS
	Sexo* (hombre : mujer)	5:5	5:5	NS	8:9	8:8	NS
	Escolaridad (años culminados)	15,1 (3,510)	15,8 (2,530)	NS	16,70 (3,05)	17,00 (1,94)	NS
	Edad de inicio de consumo	16,8 (1,932)	18,5 (3,375)	NS	NA	NA	NA
	Tiempo de uso de cannabis (meses)	143,5 (71,198)	63,8 (70,624)	<.05	NA	NA	NA
	Tiempo de desuso de cannabis (meses)	7,3 (11,363)	3,8 (5,007)	NS	NA	NA	NA
	Puntaje ASSIST	7,6 (8,409)	10,6 (11,404)	NS	NA	NA	NA
Escalas clínicas	INECO FRONTAL SCREENING (IFS)	24,25 (2,70)	25,95 (2,10)	NS	25,05 (2,20)	24,75 (2,11)	NS
	BIS/BAS (BIS)	21,1 (1,96)	20,6 (2,01)	NS	19,6 (1,95)	20,1 (2,76)	NS
	BIS/BAS (BAS)	35,4 (3,80)	35,4 (3,37)	NS	36,5 (4,42)	34,6 (4,88)	NS
	Escala de Impulsividad de BARRATT	55,1 (15,64)	54,6 (7,41)	NS	45 (12,47)	46,2 (9,44)	NS
Tarea de toma de decisiones	IGT-Puntaje	1615 (1639,19)	1365 (1107,12)	NS	1398 (1404,72)	262 (1675,53)	<.05
	IGT-Tiempo de respuesta (seg)	408,2 (84,22)	413,92 (90,05)	NS	436,51 (76,48)	387,71 (55,65)	NS

Nota. IGTC= IGT Clásica. TDCS= IGT Social. Dif= diferencia. DS= desviación estándar. NS= No Significativa. NA = no evaluado. $p < .05$. * Kowal, Steenbergen, et al., (2015)

7.2 Análisis de *desempeño en la tarea de toma de decisiones en función del contexto de evaluación.*

▪ Grupo Control:

Se empleó un ANOVA de una vía usando como variable de agrupación el contexto de evaluación (privado y observado). Estos análisis mostraron diferencias estadísticamente significativas que revelan un rendimiento más bajo en los sujetos que hicieron la tarea en TDCS en relación con aquellos sujetos que realizaron la IGT clásica ($F_{[1,31]} = 4.475, p = .043$). Con relación a los tiempos de respuesta, los análisis no revelan diferencias estadísticamente significativas ($F_{[1,31]} = 2.662, p = .1$) (Fig. 4)

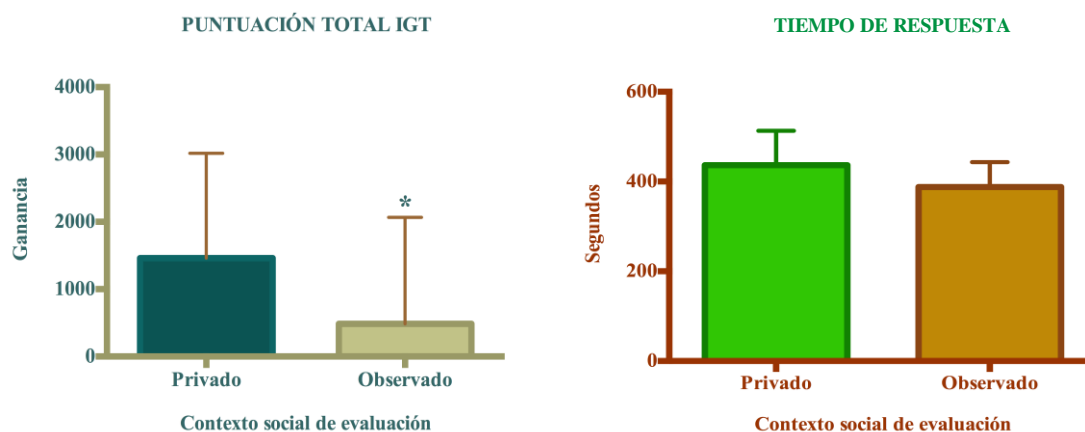


Figura 4. Desempeño en IGT para el grupo control. * $p < .05$

▪ Grupo de consumidores de cannabis.

Continuando con un modelo de análisis similar al reportado en el grupo de no consumidores; en el grupo de consumidores no se observó diferencia estadísticamente significativa en el desempeño en la IGT ($F_{[1,18]} = .160, p = .690$) y el tiempo de respuesta ($F_{[1,18]} = .22, p = .885$) según el contexto de evaluación (privado/observado) (Fig. 5).

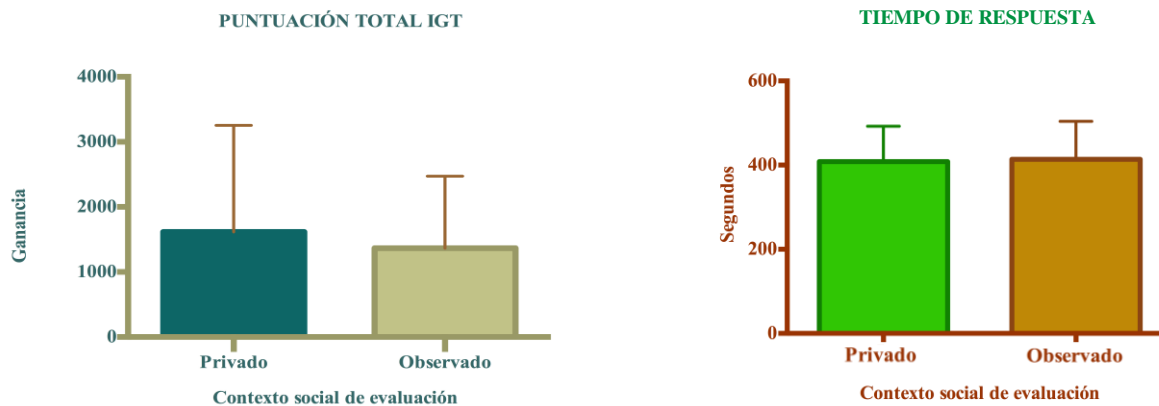


Figura 5. Desempeño en IGT para el grupo de consumidores de cannabis.

7.3 Análisis de los *correlatos neurales* asociados a la de toma de decisiones en función del contexto de evaluación.

- Análisis de los componentes relacionados con el procesamiento del estímulo (P3).

Grupo Control.

P3: un ANOVA de una vía, usando como variable de agrupación el contexto de evaluación de la IGT, encontró una diferencia significativa en las amplitudes del componente P3 en las condiciones sociales de evaluación ($F[1,31] = 5,323$, $p < .05$). Los sujetos evaluados con IGT clásica mostraron una amplitud en P3 mayor (Media= 130.82, DE= 32,43 μV) que los sujetos que fueron evaluados con TDCS (Media= 61.61, DE= 17.06 μV).

Grupo de consumidores.

P3: el ANOVA de una vía no mostró diferencias significativas sobre el promedio de las amplitudes de los electrodos propuestos ($F_{[1,18]} = 2,571$, $p .126$).

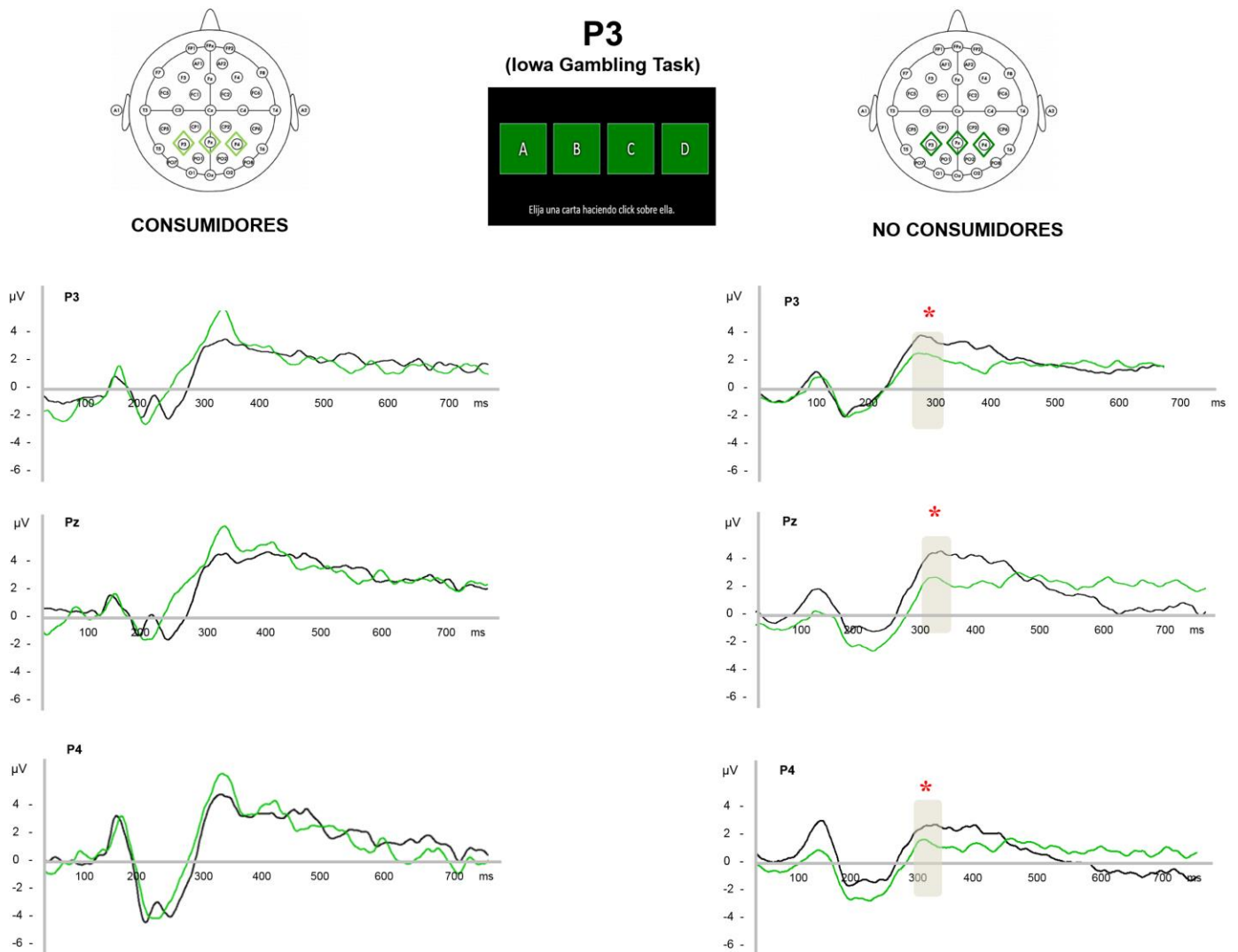


Figura 6. Modulación de P3 en IGT. Las gráficas muestran la modulación P3 en los electrodos posteriores por cada condición de evaluación: clásica/privado (negro) TDCS/observado (verde) en ambos grupos de participantes. El P3 muestra diferencias significativas en el grupo control. El área sombreada muestra la ventana de tiempo en la que las diferencias alcanzaron significancia. La estrella roja representa las diferencias estadísticas entre cada condición de evaluación. $p < .05$

- **Análisis de los componentes relacionados con la respuesta (ERN)**

Grupo Control.

ERN: se implementó un ANOVA de una vía para los valores de amplitud de onda del componente ERN usando como variable de agrupación la condición social de evaluación. Este análisis reveló diferencia estadísticamente significativa ($F_{[1,31]} = 5,226$, $p < .05$) indicando que la amplitud de la onda en ERN fue mayor en IGT clásica (Media= 137.24, DE= 46.90 μV) que en TDCS (Media= 61.27, DE= 20,09 μV).

Grupo de consumidores.

ERN: con el mismo modelo de análisis anterior el ANOVA de una vía mostró diferencias significativas sobre el promedio de las amplitudes de los electrodos CP5, CP6 y C3 ($F_{[1,18]} = 6.614$, $p < .05$) mostrando que los sujetos que realizaron la IGT en TDCS presentaron mayor amplitud de onda (Media= 98.40, DE= 55.27 μV) que en quienes lo hicieron sin TDCS (Media= 57.24, DE= 29.51 μV).

- **Análisis del componente relacionado con la retroalimentación (fERN):**

Grupo Control.

fERN: con anova de una vía, en este componente se halló diferencia significativa ($F_{[1,31]} = 4,887$, $p < .05$) expresada en mayor amplitud de onda en IGT clásica (Media= 83.53, DE= 32,74 μV) que en TDCS (Media= 39.67, DE= 19.24 μV).

Grupo de Consumidores.

fERN: por su parte, el ANOVA de una vía no mostró diferencias significativas para el componente fERN en los electrodos propuestos ($F_{[1,18]} = 2.110$, $p .164$) según el contexto de evaluación de la IGT.

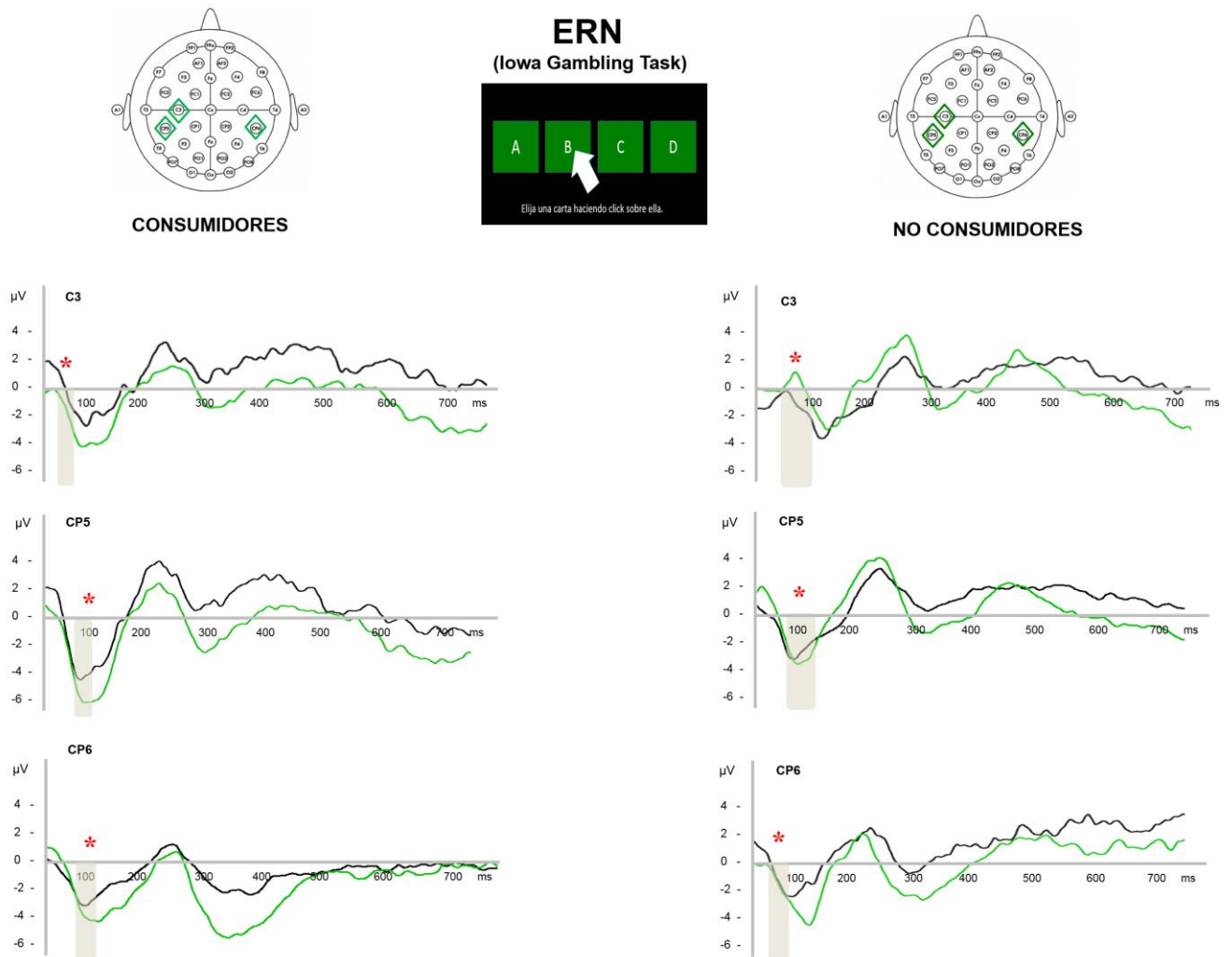


Figura 7. Modulación de ERN en IGT. Se muestra las modulaciones de ERN por cada condición de evaluación (clásica: línea negra / TDCS: línea verde). El símbolo rojo representa las diferencias estadísticas entre cada condición de evaluación en las ventanas temporales sombreadas. El componente ERN muestra diferencias significativas en ambos grupos. $p < .05$

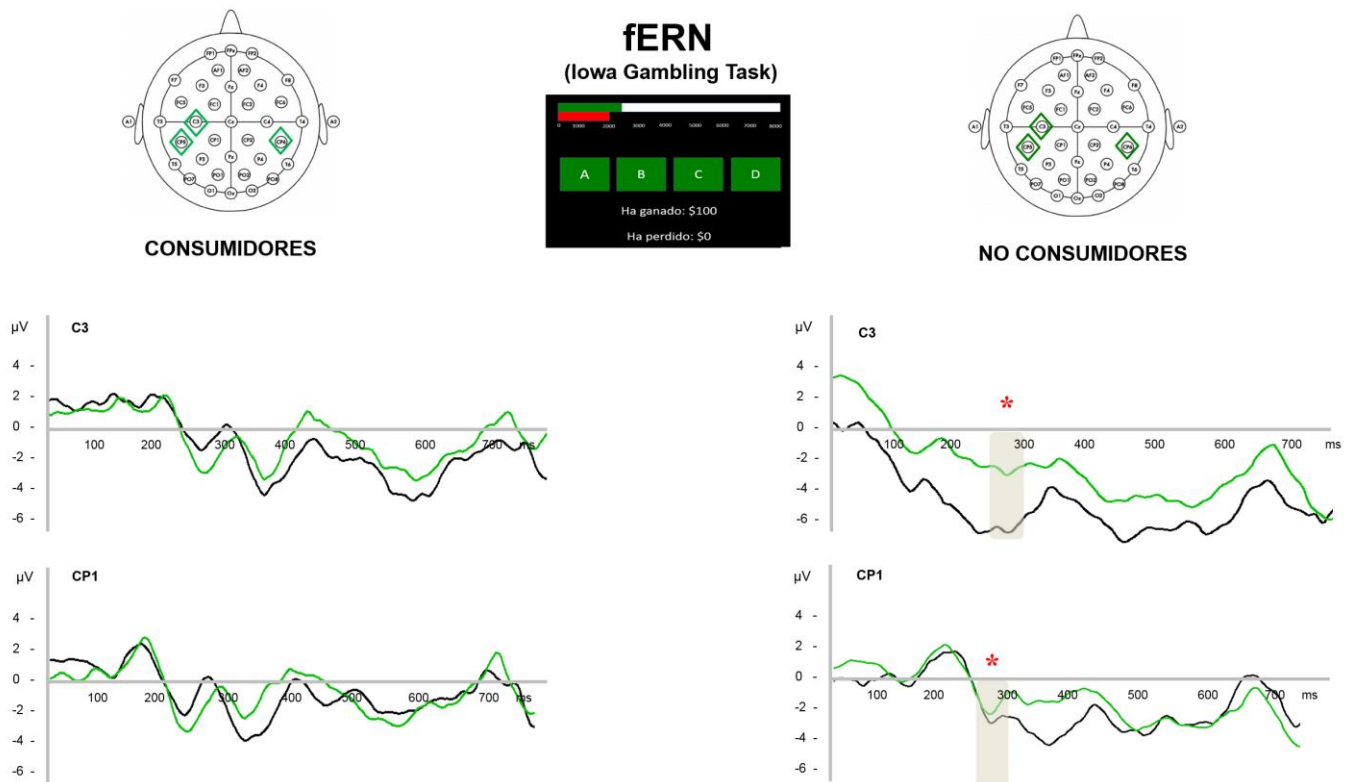


Figura 8. Modulación de fERN en IGT. Se muestra las modulaciones fERN por cada condición de evaluación (clásica: línea negra / TDCS: línea verde). El símbolo rojo representa las diferencias estadísticas entre cada condición de evaluación en las ventanas temporales sombreadas. El fERN muestra diferencias significativas sólo en el grupo control. $p < .05$

7.4 Análisis de correlación

7.4.1 Tarea de toma de decisiones y variables clínicas

- *Puntuación de IGT*: la prueba de Pearson arroja correlación positiva estadísticamente significativa entre la variable impulsividad y puntaje en IGT en los consumidores que tomaron decisiones en contexto social ($r = .753$, $p < .05$), siendo que estos sujetos presentaron mayor puntaje en la medida que fue mayor su impulsividad.

Adicionalmente, la prueba identificó que dentro de la condición social de evaluación, en el grupo de consumidores ($r = -.691$, $p < .05$) y no consumidores ($r = .645$, $p < .05$) hubo significancia estadística en la correlación entre BAS y puntaje en IGT. Con esto, el grupo de consumidores que exhibieron menor extraversión tenían mayores ganancias en IGT; y el grupo control, mostró mayores ganancias en IGT cuanto mayor era la extraversión.

- *Tiempo de respuesta en IGT*: la prueba de Pearson arroja correlación negativa estadísticamente significativa entre la variable IFS y tiempo de respuesta en IGT en el grupo control que la realizó en privado ($r = -.72$, $p < .05$), siendo que estas personas presentaron mayor latencia en la medida que fue menor su funcionamiento ejecutivo.

7.4.2 Correlatos neurales en IGT y variables clínicas

- *P300*: de acuerdo a los análisis realizados por la prueba de Pearson se identificó correlación positiva entre las variables impulsividad y amplitud de la onda P3 ($r = .665$, $p < .05$) en el grupo de consumidores en TDCS, revelando que a mayor impulsividad mayor es la amplitud de onda de P3, de modo que cuando se es observado, los consumidores de cannabis con mayor impulsividad presentan mayor activación de la atención para la toma de decisiones.

- *ERN*: la prueba de correlación de Pearson detectó significancia estadística negativa entre las variables de impulsividad y amplitud en ERN ($r = -.709, p < .05$) en el grupo de consumidores que presentaron la IGT en privado; correspondiendo a una menor monitorización de la respuesta cuanto mayor es el nivel de impulsividad en estas personas.

Tabla 3. Correlación entre función ejecutiva, personalidad, impulsividad, tiempo de uso y desuso de cannabis con el desempeño conductual en IGT y los componentes neurales en ERPs.

	Variables clínicas	Subgrupo	Desempeño IGT		Componentes Neurales (ERPs)		
			Ganancia	TR	P300	ERN	fERN
Tiempo	Uso de cannabis	CP	-,406	,582	-,164	,191	-,358
		CO	,395	,092	,378	,048	,066
	Desuso de cannabis	CP	,084	,043	-,336	-,573	-,075
		CO	-,326	-,330	-,078	-,307	-,466
F. Ejecutivo	Total Ineco	NCP	-,433	-,72*	,513	,649	-,075
	Frontal	NCO	-,089	,191	,259	,124	-,162
	Screening (IFS)	CP	-,215	-,020	,073	-,013	,346
		CO	-,009	-,136	-,015	,495	,017
Personalidad	BIS/BAS (BIS)	NCP	-,542	,090	-,277	-,218	,313
		NCO	,414	,201	,481	-,061	-,380
		CP	,125	,340	-,318	-,434	-,370
		CO	,047	,214	-,213	-,203	-,256
	BIS/BAS (BAS)	NCP	,180	-,219	,224	,479	,314
		NCO	,645*	-,486	,078	,309	-,471
Impulsividad	Escala de Impulsividad de BARRAT	CP	-,435	-,460	,245	,038	-,097
		CO	-,691*	-,308	-,160	-,249	-,590
		NCP	,548	-,069	-,224	,004	,242
		NCO	-,466	,425	-,155	,448	-,255
		CP	-,152	,209	,277	-,709*	,308
		CO	,753*	-,301	,665*	,078	,111

Nota. NCO= No consumidores en TDCS. CP= consumidores en IGT Clásica. CO= consumidores en TDCS. NCP= No consumidores en IGT Clásica. TR= tiempo de respuesta en IGT. * $p < .05$

8. Discusión y conclusiones

8.1 Discusión

Este estudio evaluó la toma de decisiones en contexto social y la dinámica neural de este procesamiento en usuarios de cannabis, un proceso no explorado hasta el momento. Los resultados comportamentales respaldan la hipótesis de que los usuarios de cannabis presentan baja sensibilidad al contexto social cuando toman decisiones, presentando un desempeño equivalente cuando la tarea IGT se hizo en contexto privado o en contexto social (TDCS).

En contraste, quienes no consumen marihuana responden con mayor rapidez, pero con mayores pérdidas, cuando toman decisiones en público; como lo sustenta la presencia de diferencias significativas en los análisis estadísticos. Estos datos apoyan la posible existencia de un efecto audiencia sobre la toma de decisiones en los no consumidores, que no se presenta en los consumidores de cannabis. Lo anterior puede explicarse con la premisa expuesta por Bond & Titus (1983) de que al ser visto cometiendo errores en las tareas difíciles da lugar a una caída de la autoestima, un sentimiento de vergüenza y un peor rendimiento en los ensayos adicionales. Por ello, la gente puede sentirse incómoda después de cometer fallos en las tareas difíciles haciendo que su rendimiento empeore (Lindman, 2005).

El análisis de potenciales relacionados a eventos mostró un curso neural diferencial entre los consumidores y no consumidores de cannabis en la realización de la tarea en contexto social en comparación con el contexto privado. En particular, en los sujetos

sanos se encontró que en todos los componentes descritos (P3, ERN, fERN) existe una menor amplitud de onda cuando la tarea se ejecutó en contexto social en comparación con el contexto privado; resultados que se encuentran en línea con las hipótesis. En el grupo de consumidores de cannabis sólo se halló mayor amplitud en el componente ERN ante la presencia del contexto social (TDCS) en comparación con el contexto privado.

En relación con la P3, existen estudios previos que señalan una reducción del componente en consumidores frecuentes y crónicos de cannabis (Böcker et al., 2010; D. B. Spronk et al., 2016; Theunissen et al., 2012; Van Tricht et al., 2013). Los resultados del presente estudio sugieren que los recursos atencionales asociados a la amplitud de la P3, que se presumían reducidos en los consumidores, no se afectan por la presencia de situaciones que generan presión social (Polich & Criado, 2006).

Este estudio también reveló que en contexto social los consumidores de cannabis muestran mayor amplitud en el componente ERN, en comparación con los consumidores que presentaron la IGT en privado. Así, el contexto social moduló de manera diferenciada la supervisión del rendimiento en las personas que usan cannabis. Dicho de otro modo, la presencia de un observador incrementa la sensibilidad de estas personas al valor de la recompensa (Markman, Maddox, Worthy, & Markman, 2006); aun cuando se presume que estos sujetos presentan una integración deficiente de la información relacionada con la recompensa (Wesley et al., 2011).

Sin embargo, diversos estudios han reportado que la administración de cannabis reduce la amplitud de ERN (Fridberg, Skosnik, Hetrick, 2013; D. B. Spronk et al., 2016; D. B. Spronk, De Bruijn, van Wel, Ramaekers, & Verkes, 2011) deteriorando la supervisión del rendimiento que está asociada con la disminución de la regulación del comportamiento (McDonald, Schleifer, Richards, & de Wit, 2003; Ramaekers et al., 2006). Por ejemplo, De Bellis et al., (2013) y Wesley et al., (2011) informan que lo anterior se debe a la reducida actividad de la corteza cingulada anterior durante la evaluación de las respuestas y consecuencias en una tarea de juego.

También se ha reportado menor amplitud de ERN cuando los usuarios de cannabis están bajo los efectos de la sustancia (Fridberg, Skosnik, Hetrick, 2013; Kowal, van Steenbergen, et al., 2015; D. B. Spronk et al., 2016, 2011). No obstante, otros autores revelan que la reducción del monitoreo no es una característica general del uso de sustancias, como sugieren estudios previos (Euser et al., 2013).

Es posible que el procesamiento de errores sea el resultado de una interacción compleja entre diferentes factores que incluyen los ambientales y experienciales, como el entorno social y las interacciones. Además, la emoción y la motivación también han demostrado que influyen en la onda ERN (Luu et al., 2000), indicándose que el componente ERN refleja una respuesta más emocional o motivacionalmente relevante a los errores (Olvet & Hajcak, 2008). Por ejemplo, se ha escrito que al disminuir los niveles de motivación por causa de la administración de cannabis (Böcker et al., 2010; Dumont et al., 2011) se podría originar una reducción indirecta del ERN (D. Spronk et al., 2011).

Otro aspecto a analizar es el menor tiempo de uso de la sustancia que reportaron los sujetos que pertenecieron al grupo de TDCS. Lo anterior podría relacionarse con niveles de motivación mejorados que puedan provocar un componente ERN más grande cuando se realizaba la IGT en presencia de otros. Es posible que las interrupciones en el funcionamiento de la corteza cingulada anterior y, en consecuencia, el déficit de ERN puedan surgir después de períodos más largos de consumo frecuente de cannabis (Fridberg, Skosnik, Hetrick, 2013) y que los usuarios de este estudio no hayan utilizado durante un tiempo suficiente para observar tales efectos. Así, es posible que la ausencia de deficiencias en la supervisión del rendimiento permita que aumente las señales de advertencia y adaptaciones de comportamiento ante la presencia de terceros.

Otra explicación que precise por qué se da el aumento de la amplitud de ERN en condiciones sociales en los consumidores de cannabis, podría deberse a niveles de motivación mejorada en este grupo, y que se sabe que están asociados con amplitudes de ERN más grandes. Así, los resultados actuales aclaran que, sin los efectos alucinógenos, la presencia de una audiencia genera mayor procesamiento de la respuesta (Hajcak, McDonald, & Simons, 2004) y mejora sutilmente la percepción de los

errores para que los consumidores de cannabis puedan ajustar las estrategias de toma de decisiones (Fishman & Ng, 2013; Koban, Pourtois, Bediou, & Vuilleumier, 2012).

De igual modo se cree que la presencia de otra persona puede haber aumentado la tensión acerca de la exactitud de las respuestas, lo que a su vez puede haber impactado en las medidas conductuales y puede haber conducido a respuestas ERN más grandes; hecho que se soporta con los resultados de otras investigaciones que revelaron mayores amplitudes de ERN relacionadas con rasgos de ansiedad más altos (Olvet & Hajcak, 2008).

Esto podría deberse a que durante la toma de decisiones en público se puede ocasionar mayor activación del cuerpo estriado cuando los participantes ganan frente a los otros, contrario a lo que sucede cuando se gana o pierde en privado. Así, la presencia de observadores aumenta la actividad en el estriado ventral reforzando la teoría de que los comportamientos humanos son modulados tanto por las recompensas materiales como por la aprobación de los demás (Izuma et al., 2010).

Además, las emociones positivas influyen en la activación de las neuronas dopaminérgicas del mesencéfalo que transmiten la señal de error de predicción de la recompensa neural a la corteza cingulada anterior, modulando así el significado motivacional de los resultados (Zhao, Gu, Tang, Yang, & Luo, 2016).

Por esto, es lícito pensar que la presencia de un observador, y la ausencia de un déficit neural en el procesamiento de errores, hayan permitido que los usuarios de cannabis tuvieran un desempeño superior al de los controles en la IGT. Este resultado permitiría inferir que la amplitud de ERN afecta positivamente las manifestaciones de comportamiento correspondientes. De hecho, el aumento del componente ERN durante la toma de decisiones en contexto social, es el resultado de la preservación de una señal de alarma en el cerebro ante un error que desencadena la necesidad de adaptación del comportamiento con el fin de modificar y mejorar el comportamiento (D. Spronk et al., 2011).

Por otro lado, durante el procesamiento de la recompensa, el componente fERN se modula ante la presencia de un público (Tian et al., 2015) y ante las emociones interpersonales según el contexto (Chen et al., 2017). Sin embargo, nuestros resultados muestran que en consumidores de cannabis la valoración de la recompensa se procesa de manera similar cuando se toman decisiones en público o en privado. Estos hallazgos pueden ser explicados por la probabilidad de que la respuesta neural en el momento de la recompensa disminuye con el aprendizaje de la tarea (Walsh & Anderson, 2011).

A medida que las acciones adquieren valor con el aprendizaje, aumenta la capacidad de tomar decisiones efectivas, y por lo tanto, se puede seguir maximizando la utilidad (Krigolson, Hassall, & Handy, 2014). Además, es probable que en los usuarios de cannabis el contexto social pueda modular la respuesta neural asociada a los componentes de respuesta (ERN) pero no genere un efecto sobre la retroalimentación de la misma (fERN). Es posible que estos sujetos no reaccionen a la retroalimentación porque esta no les resulta novedosa cuando ocurre conforme a su predicción.

En conjunto, todos estos resultados dan cuenta de una restringida sensibilidad al contexto social para la toma de decisiones de los usuarios de cannabis a nivel neural. Sin embargo, se encuentra una modulación sobre los componentes relacionados con la respuesta (en particular el ERN) los cuales están usualmente modulados por la sensibilidad a la recompensa, que se presume estaría alterada en consumidores de cannabis (Euser et al., 2013) porque presentan una integración deficiente de la información relacionada con la recompensa (Wesley et al., 2011).

Recientemente se ha dicho que la susceptibilidad social que presentan jóvenes consumidores de cannabis y jóvenes sanos a nivel conductual es igual durante la toma de decisiones (Gilman et al., 2016). Dicho de otro modo, ambos grupos son igual de propensos a seguir recomendaciones de otros cuando toman decisiones. Pero a pesar de esta similitud, las evidencias neurales muestran que hay mayor activación del núcleo acúmbens y del núcleo caudado cuando las elecciones se hacen después de la influencia social en el grupo de usuarios de cannabis.

Distintas regiones estriadas (es decir, núcleo acúmbens, núcleo caudado medio y dorsal) responden a diferentes aspectos de la toma de decisiones sociales. El caudado es una región con una alta densidad de receptores cannabinoides (Goodman & Packard, 2015) y está implicado en la recompensa social a la conducta dirigida a objetivos, la selección de acciones correctas y el control conductual. Esto podría indicar que las regiones de recompensa del cerebro pueden ser más sensibles a la información social en los usuarios de cannabis que entre los sujetos sanos, o alternatively, que un mayor reclutamiento del caudado es necesario para informar la selección de una acción durante los ensayos de influencia social en los usuarios de marihuana (Gilman et al., 2016).

El aumento de la actividad del núcleo acúmbens en los participantes que consumen cannabis puede reflejar la hiperactividad de los circuitos de recompensa en la toma de decisiones sociales. Una posible interpretación de esto, es que con el uso recreativo de la marihuana, la activación del núcleo acúmbens ante influencias sociales está más comprometida durante la elección que durante el procesamiento de las consecuencias de esas acciones.

Todo esto sugiere que el uso de marihuana está asociado con una actividad neuronal exagerada durante la toma de decisiones que involucra información social; y que los adultos jóvenes que usan cannabis pueden mostrar un mayor esfuerzo cuando se enfrentan con la influencia de otros, insinuando que esta actividad puede ser un marcador de recompensa social (Chein et al., 2011; Guyer et al., 2014).

Esta investigación también abordó la posible relación de cofactores como la impulsividad (Pedrero-pérez, Rojo-mota, León, Llanero-luque, & Puerta-garcía, 2011), personalidad (Abel, 1972), funcionamiento ejecutivo (Verdejo-García, Orozco-Giménez, M. Meersmans Sánchez-Jofré, F. Aguilar de Arcos, 2004) y tiempo de uso y desuso de cannabis (Karen I. Bolla et al., 2005; Pope et al., 2003, 2001) con el desempeño en la tarea IGT y el procesamiento neural de la misma.

La prueba de correlación no halló asociaciones significativas entre las variables de funcionamiento ejecutivo y tiempo de uso y desuso de cannabis con el desempeño en IGT y sus correlatos neurales en ninguno de los grupos de investigación.

Los resultados de este estudio muestran asociación positiva entre la impulsividad y el puntaje de IGT, y entre la impulsividad y la amplitud de P3 en el grupo de consumidores que presentaron la IGT en contexto social. Lo anterior sugiere que los usuarios de cannabis que fueron observados presentaron mayor puntaje en la IGT y mayor amplitud de onda en P3 cuanto más impulsiva era su respuesta. Esto va en contravía con lo reportado en un estudio sobre impulsividad y toma de decisiones que manifiesta que la amplitud en P3 es menor cuando los participantes impulsivos toman una elección de alto riesgo, pero que la amplitud de P3 aumenta cuando los menos impulsivos hacen la misma elección de alto riesgo (Martin & Potts, 2010).

Estos resultados no concuerdan con lo sugerido por Russo, Pascalis, Varriale, & Barratt, (2008), quienes encontraron amplitudes de la onda P3 reducidas en personas altamente impulsivas en comparación con los menos impulsivos. Estos mismos autores señalan que la impulsividad ejerce una influencia desventajosa en el desempeño de tareas en las que es necesaria la concentración exclusiva y la atención sostenida. Así, se puede argumentar que la amplitud de P3 reducida, observada en individuos impulsivos, refleja un mecanismo inhibitorio menos eficiente de información irrelevante de la tarea que podría ser responsable de la reducción del rendimiento cognitivo.

Sin embargo, en este estudio, una P3 aumentada se asocia con un mejor rendimiento en la TDCS en usuarios de cannabis impulsivos. Quizás una activación basal superior del sistema nervioso autónomo es beneficiosa para el proceso posterior de toma de decisiones (Drucaroff, LJ, Kievit, R, Guinjoan, SM, 2017), pues se ha mostrado que la prevalencia simpática se interpreta como necesaria para establecer un patrón de ajuste cardiovascular adecuado para hacer frente a una mayor demanda mental (Duschek, Muckenthaler, Werner, & Reyes, 2009).

En conjunto, es posible contemplar que los niveles de impulsividad que presentaron los consumidores de cannabis hayan sido promovidos por la necesidad de elegir las mejores

opciones que permitieran incrementar sus ganancias. Esto podría explicar que el hecho de ser evaluado lleva al sujeto a intentar mejorar su reputación durante la tarea (Chevallier et al., 2014).

Mientras tanto, en el grupo de consumidores que ejecutaron la IGT en privado se halló asociación negativa entre la impulsividad y la amplitud de ERN. Esto revela que mayores niveles de impulsividad en la toma de decisiones disminuye la capacidad para evaluar la vigilancia inmediata de las acciones de elección. Lo anterior se soporta con los hallazgos de Martin y Potts (2010) que revelaron una tendencia de menor ERN después de elegir una opción de alto riesgo en los individuos impulsivos. Al igual que se reportó que los sujetos con mayor impulsividad muestran menores amplitudes en ERN que los sujetos con menor impulsividad (T, Spitzer, Gr, Grothe, & Kiefer, 2005).

Todo esto propone una sensibilidad reducida a las consecuencias negativas de opciones arriesgadas debido a las fallas que impiden evaluar sus opciones riesgosas como negativas (Hewig et al., 2007), reflejando un procesamiento temprano deteriorado de la información de error y un monitoreo subóptimo del desempeño.

Por otra parte, bajo el contexto social, el grupo control mostró mayor activación del BAS y mayor ganancia en IGT. Por el contrario, dentro de este mismo contexto de evaluación, el grupo de consumidores mostró menor activación del BAS y mayor ganancia en IGT. Autores como Simons, Dvorak, & Lau-barraco (2010) expresan que la alta actividad de BAS se asocia con patrones de activación que aumentan la aproximación de la conducta hacia una recompensa, que en este caso estaría reflejada por las ganancias obtenidas con la IGT. Sin embargo, menor activación del BAS está asociado con conductas de baja interacción social (Kimbrel, Cobb, Mitchell, Hundt, & Nelson-gray, 2008).

También se ha dicho que, mientras que un nivel normal de BAS afecta positivamente las actitudes emocionales positivas y el comportamiento de acercamiento, los niveles extremos se han relacionado con trastornos de impulsividad; mientras que los niveles extremos de BIS podrían reflejar trastornos relacionados con la ansiedad (Balconi, Finocchiaro, Canavesio, & Messina, 2014; Newman et al., 2005).

Algunos autores refieren que los individuos que califican significativamente más alto en el componente de recompensa (BAS) atribuyen una mayor relevancia motivacional a las recompensas inmediatas (a pesar de la pérdida a largo plazo) en comparación con las condiciones más retardadas (pero con ganancia a largo plazo). De hecho, muestran que cuando las decisiones se toman en condiciones más favorables o desfavorables, los mecanismos motivacionales frontales (BAS) actúan como reguladores del comportamiento estratégico. En el caso de una puntuación significativamente alta de BAS, se crea una situación disfuncional que impide elegir con habilidad (Balconi, Finocchiaro, & Canavesio, 2014).

Pero la presente investigación revela con prudencia otros hallazgos. El grupo control, cuando estaba siendo observado, mostró mayor ganancia en IGT asociada a una mayor activación del BAS. Caso contrario muestran Balconi, Finocchiaro, Canavesio, et al., (2014) en su estudio; en donde los sujetos con alto BAS aumentaron la elección de peores recompensas en comparación con los sujetos que puntuaron bajo en BAS. Estos autores mencionan que el alto nivel de BAS puede sugerir un sistema motivacional general menos funcional. Las deficiencias (relacionadas con los mecanismos de motivación) son más evidentes en aquellos individuos que se focalizan extremadamente en la recompensa, que en los individuos que no basan sus decisiones en la recompensa inmediata (Balconi, Finocchiaro, Canavesio, et al., 2014).

No obstante, Kim, Yoon, Kim, & Hamann, (2015) refieren que los individuos con mayor sensibilidad de recompensa pueden experimentar una mayor emoción subjetiva positiva con un estímulo gratificante, en comparación con individuos con menor sensibilidad de recompensa. De hecho, son más reactivos a los resultados gratificantes, pero son menos sensibles a la pérdida.

De manera particular, este estudio también halló mayores ganancias en IGT en los usuarios de cannabis, en la medida que mostraban menor activación de BAS; suponiendo que mejoran su rendimiento cuando están expuestos ante otras personas y cuando su personalidad es más inhibida. Autores como Balconi, Finocchiaro, & Campanella (2014) indican que el aumento de la puntuación de recompensa BAS en

consumidores de drogas, está significativamente relacionado con un menor rendimiento en IGT, apuntando a la posibilidad de un claro efecto de sensibilidad a la recompensa en la drogodependencia.

Dicho esto, la presente investigación no especifica si los consumidores que fueron observados ajustaron sus elecciones debido a la presencia de la audiencia o a una menor activación del BAS. Y tampoco es claro si el grupo control ajustó sus respuestas conforme eran observados o presentaban mayor activación de BAS.

Es posible pensar que el rendimiento en tareas de toma de decisiones está relacionado con factores de personalidad y de contexto social que podrían modular el comportamiento de las personas. O quizás, que la alta sensibilidad de recompensa en individuos no adictos comparte el rasgo de vulnerabilidad de recompensa con pacientes consumidores de cannabis, pero sin los efectos nocivos concomitantes de su uso. En este sentido, es posible que la personalidad o los marcadores neurocognitivos de la impulsividad se puedan asociar con variantes neuropsicológicas particulares que transmiten el riesgo de trastornos adictivos (Balconi, Finocchiaro, & Campanella, 2014).

En suma, la disociación entre los resultados conductuales y electrofisiológicos, en particular los encontrados en la ERN en los consumidores de cannabis, dan cuenta de que los cambios a nivel neural no siempre se respaldan por cambios a nivel comportamental (Fridberg, Skosnik, Hetrick & O'Donnell, 2013; Martin & Potts, 2010). Pero este estudio va más allá de esos resultados por cuanto supone que los usuarios habituales de cannabis podrían supervisar su rendimiento en presencia de otros, pero esta modulación neural no trasciende hasta el comportamiento.

La razón de la disociación entre la huella neural y el comportamiento en estas personas debe estudiarse con mayor profundidad en investigaciones posteriores. Se cree que esta disociación pueda estar influenciada por procesos de inflexibilidad cognitiva (Dahlgren, Sagar, Racine, Dreman, & Gruber, 2016) que no permitiría generar una integración reflexionada de la información social y llevaría a estos sujetos a tomar decisiones sin considerar en detenimiento la información social, a pesar de percibir su influencia

Lo anterior podría explicar por qué algunos usuarios de cannabis no siguen prescripciones ni consejos, y fallan en el seguimiento en planes de rehabilitación conjunta. Los resultados de este estudio podrían ser un paso para comprender por qué estos sujetos decaen en el comportamiento social y en el seguimiento de normas en la medida que aumentan su patrón de consumo. De hecho esta investigación supone que incluso en etapas muy tempranas del consumo se preserva la sensibilidad al contexto social aunque no sea suficiente para reflejarse en ajustes comportamentales de integración social. De tal manera que los déficits en la toma de decisiones son más profundos en consumidores de cannabis crónicos, en comparación con los menos crónicos (Roser et al., 2012).

Además, es posible que algunas personas utilicen el cannabis para lograr los efectos ansiolíticos experimentados durante una situación social (a pesar de los efectos ansiogénicos del THC), y así, la ansiedad que les produce la interacción social pueda aumentar el deseo de consumir cannabis (Buckner, Ecker, & Vinci, 2013). Este último argumento debería explorarse en nuevos estudios. Además, nuevas investigaciones deberían incluir medidas alternas de toma de decisiones y un análisis detallado del participante que evalúe su estado emocional actual y la presencia de síntomas o sensibilidad a presentar respuestas de ansiedad, pues se sabe que podrían generar cambios en el comportamiento en este tipo de tareas y en la modulación neural (Chen et al., 2017; Peterburs et al., 2017).

Por otro lado, la importancia clínica de este estudio es promisoría ya que muestran un avance en el entendimiento de algunos aspectos psicopatológicos del consumo de cannabis, revelando posibilidades de exploración de diversos interrogantes clínicos a futuro. Por ejemplo, podría servir como base para profundizar en el síndrome amotivacional, que tiene un alto impacto en la funcionalidad y la capacidad de adaptación social de muchos consumidores de cannabis (Lac & Luk, 2017). También podría servir como modelo experimental para evaluar aspectos de codificación de toma de decisiones bajo contexto social en pacientes consumidores de cannabis con síntomas psicóticos (Mané et al., 2015). Y pensar que el modelo experimental aquí evaluado pueda ser una

herramienta de tamizaje precoz para pacientes consumidores de cannabis en fase prodrómica de un síndrome esquizofrénico (Donoghue et al., 2014).

Este estudio presenta ciertas limitaciones. En primer lugar el estudio tiene una baja cantidad de sujetos en cada grupo. También, para futuros estudios sería conveniente incluir grupos de usuarios de cannabis con distintos patrones de consumo de la sustancia, ya que se ha demostrado que el procesamiento neural de la influencia social puede diferir entre los usuarios con diferentes patrones de uso (Gilman et al., 2016). Por último sería conveniente que en próximas investigaciones se incluya la evaluación de más dominios cognitivos generales y de cognición social que se relacionen con la toma de decisiones sociales.

8.2 Conclusiones

Los resultados de esta investigación muestran:

- 1) En etapas muy tempranas del consumo de cannabis existe una restringida sensibilidad al contexto social para la toma de decisiones de los usuarios de cannabis a nivel neural, aunque no sea suficiente para reflejarse en ajustes comportamentales de integración social.
- 2) El aumento del componente ERN durante la toma de decisiones en contexto social, es el resultado de la preservación de una señal de alarma en el cerebro ante un error que origina adecuación de las estrategias para mejorar el rendimiento de los usuarios de cannabis.
- 3) La presencia de un observador incrementa la sensibilidad al valor de la recompensa; ya que las regiones de recompensa del cerebro pueden ser más sensibles a la información social en los usuarios habituales de cannabis que entre los sujetos sanos.
- 4) A diferencia de lo que ocurre en consumidores, en los no consumidores se observa sensibilidad para la toma de decisiones en contexto social que afecta negativamente el comportamiento y el grupo de componentes neurales analizados que incluyen la P3, la ERN y la fERN.

ANEXOS

Anexo A: Ficha de reporte

CÓDIGO

GE / GC	RN / RA / NA	CP / CO	
---------	--------------	---------	--

Fecha:

--	--	--



FICHA DE REPORTE

DATOS GENERALES					
NOMBRES			APELLIDOS		
F. de nacimiento				Edad	
Estado civil:	Estrato:	Sexo: (M) (F)	Años escolares culminados:	Consumo de cannabis:	(Sí) (No)
Natural de:	Residente en:		Ocupación:	Institucionalizado	(Sí*) (No)
*Tiempo de institucionalización		≤ 1 mes (Nuevo) // ≥ 4 meses (Antiguo) //		No aplica	
Contacto cercano			Teléfono		
Profesional que diligencia:					

ANTECEDENTES MÉDICOS:			PERSONALES		FAMILIARES	
Usted o su familia presenta o ha presentado enfermedad:						
Del Sistema Nervioso Central o Periférico			Sí: _____	No	Sí: _____	No
Genética/ Hereditaria			Sí: _____	No	Sí: _____	No
Psiquiátrica			Sí: _____	No	Sí: _____	No
Traumatismo craneoencefálico			Sí	No	Sí	No
Pérdida de conciencia			Sí	No	Sí	No
De la comunicación verbal			Sí	No	Sí	No
De juego patológico			Sí	No	Sí	No
Tabaquismo			Sí	No	Sí	No
Alcoholismo			Sí	No	Sí	No
Consumo de SPA			Sí: _____	No	Sí: _____	No
Visual	Corregida	No corregida	Sí: _____	No	Sí: _____	No
Auditiva	Corregida	No corregida	Sí: _____	No	Sí: _____	No
Motora	Corregida	No corregida	Sí: _____	No	Sí: _____	No

HISTORIA ESCOLAR						
1. Grado de escolarización:		Ninguno	Bachiller	Técnico	Universitario	Validación
2. Años escolares perdidos		Ninguno	Uno	Dos	Tres	>3
3. ¿Presenta o presentó algunas dificultades en:?						
Matemáticas	Lectura	Escritura	Ciencias	Sociales	Comprensión	Atención
Otras:						
4. ¿Tuvo o tiene dificultades para relacionarse con los demás?		Ninguno	Menores que usted	Igual que usted	Mayores que usted	Todos

HISTORIAL DE CONSUMO				
Sustancia de consumo inicial	Edad de inicio de consumo	Cantidad/frecuencia	Tiempo de USO	Tiempo de desuso
Sustancia de mayor uso reciente	Tiempo de USO	Cantidad/frecuencia	Tiempo de desuso	

Por el consumo Usted presentó:		
Episodios de descontrol	Sí	No
Síntomas de abstinencia	Sí	No
Sobredosis	Sí	No
Detenciones	Sí	No
Crisis familiares	Sí	No
Problemas financieros	Sí	No
Problemas laborales	Sí	No

OBSERVACIONES

Anexo B: ASSIST

CÓDIGO

GE / GC	RN / RA / NA	CP / CO	
---------	--------------	---------	--

Fecha:

--	--	--	--



OMS - ASSIST V3.0

Gracias por aceptar a participar en esta breve entrevista sobre el alcohol, tabaco y otras drogas. Le voy hacer algunas preguntas sobre su experiencia de consumo de sustancias a lo largo de su vida, así como en los últimos tres meses. Estas sustancias pueden ser fumadas, ingeridas, inhaladas, inyectadas o consumidas en forma de pastillas. Si bien estamos interesados en conocer su consumo de diversas drogas, por favor tenga por seguro que esta información será tratada con absoluta **confidencialidad**.

Pregunta 1

A lo largo de su vida, ¿cual de las siguientes sustancias ha consumido alguna vez? (SOLO PARA USOS NO-MÉDICOS)	No	Sí
a. Tabaco (cigarrillos, cigarros habanos, tabaco de mascar, pipa, etc.)	0	3
b. Bebidas alcohólicas (cerveza, vino, licores, destilados, etc.)	0	3
c. Cannabis (marihuana, costo, hierba, hashish, etc.)	0	3
d. Cocaína (coca, farlopa, crack, base, etc.)	0	3
e. Anfetaminas u otro tipo de estimulantes (speed, éxtasis, píldoras adelgazantes, etc.)	0	3
f. Inhalantes (colas, gasolina/nafta, pegamento, etc.)	0	3
g. Tranquilizantes o pastillas para dormir (valium/diazepam, Trankimazin/Alprazolam/Xanax, Orfidal/Lorazepam, Rohipnol, etc.)	0	3
h. Alucinógenos (LSD, ácidos, ketamina, PCP, etc.)	0	3
i. Opiáceos (heroína, metadona, codeína, morfina, dolantina/petidina, etc.)	0	3
j. Otros - especifique:	0	3

Pregunta 2

¿Con qué frecuencia ha consumido las sustancias que ha mencionado en los últimos tres meses, (PRIMERA DROGA, SEGUNDA DROGA, ETC)?	Nunca	1 ó 2 veces	Cada mes	Cada semana	A diario/casi a diario
a. Tabaco (cigarrillos, cigarros habanos, tabaco de mascar)	0	2	3	4	6
b. Bebidas alcohólicas (cerveza, vino, licores, destilados)	0	2	3	4	6
c. Cannabis (marihuana, costo, hierba, hashish, etc.)	0	2	3	4	6
d. Cocaína (coca, farlopa, crack, base, etc.)	0	2	3	4	6
e. Anfetaminas u otro tipo de estimulantes (speed, éxtasis, píldoras adelgazantes, etc.)	0	2	3	4	6
f. Inhalantes (colas, gasolina/nafta, pegamento, etc.)	0	2	3	4	6
g. Tranquilizantes o pastillas para dormir (valium/diazepam, Trankimazin/Alprazolam/Xanax, Orfidal/Lorazepam, Rohipnol)	0	2	3	4	6
h. Alucinógenos (LSD, ácidos, ketamina, PCP, etc.)	0	2	3	4	6
i. Opiáceos (heroína, metadona, codeína, morfina, dolantina/petidina, etc.)	0	2	3	4	6
j. Otros - especifique:	0	2	3	4	6

Si ha respondido "Nunca" a todos los ítems en la Pregunta 2, salte a la Pregunta 6. Si no es así, continúe con las demás preguntas.

Pregunta 3

En los últimos tres meses, ¿con qué frecuencia ha tenido deseos fuertes o ansias de consumir (PRIMERA DROGA, SEGUNDA DROGA, ETC)?	Nunca	1 ó 2 veces	Cada mes	Cada semana	A diario/casi a diario
a. Tabaco (cigarrillos, cigarros habanos, tabaco de mascar)	0	3	4	5	6
b. Bebidas alcohólicas (cerveza, vino, licores, destilados)	0	3	4	5	6

c. Cannabis (marihuana, costo, hierba, hashish, etc.)	0	3	4	5	6
d. Cocaína (coca, farlopa, crack, base, etc.)	0	3	4	5	6
e. Anfetaminas u otro tipo de estimulantes (speed, éxtasis, píldoras adelgazantes, etc.)	0	3	4	5	6
f. Inhalantes (colas, gasolina/nafta, pegamento, etc.)	0	3	4	5	6
g. Tranquilizantes o pastillas para dormir (valium/diazepam, Trankimazin/Alprazolam/Xanax, Orfidal/Lorazepam, Rohipnol)	0	3	4	5	6
h. Alucinógenos (LSD, ácidos, ketamina, PCP, etc.)	0	3	4	5	6
i. Opiáceos (heroína, metadona, codeína, morfina, dolantina/petidina, etc.)	0	3	4	5	6
j. Otros - especifique:	0	2	3	4	6

Pregunta 4

En los últimos tres meses, ¿con qué frecuencia le ha llevado su consumo de (PRIMERA DROGA, SEGUNDA DROGA, ETC) a problemas de salud, sociales, legales o económicos?	Nunca	1 ó 2 veces	Cada mes	Cada semana	A diario/casi diario
a. Tabaco (cigarrillos, cigarros habanos, tabaco de mascar)	0	4	5	6	7
b. Bebidas alcohólicas (cerveza, vino, licores, destilados)	0	4	5	6	7
c. Cannabis (marihuana, costo, hierba, hashish, etc.)	0	4	5	6	7
d. Cocaína (coca, farlopa, crack, base, etc.)	0	4	5	6	7
e. Anfetaminas u otro tipo de estimulantes (speed, éxtasis, píldoras adelgazantes, etc.)	0	4	5	6	7
f. Inhalantes (colas, gasolina/nafta, pegamento, etc.)	0	4	5	6	7
g. Tranquilizantes o pastillas para dormir (valium/diazepam, Trankimazin/Alprazolam/Xanax, Orfidal/Lorazepam, Rohipnol)	0	4	5	6	7
h. Alucinógenos (LSD, ácidos, ketamina, PCP, etc.)	0	4	5	6	7
i. Opiáceos (heroína, metadona, codeína, morfina, dolantina/petidina, etc.)	0	4	5	6	7
j. Otros - especifique:	0	4	5	6	7

Pregunta 5

En los últimos tres meses, ¿con qué frecuencia dejó de hacer lo que se esperaba de usted habitualmente por el consumo de (PRIMERA DROGA, SEGUNDA DROGA, ETC)?	Nunca	1 ó 2 veces	Cada mes	Cada semana	A diario/casi diario
a. Tabaco (cigarrillos, cigarros habanos, tabaco de mascar)					
b. Bebidas alcohólicas (cerveza, vino, licores, destilados)	0	5	6	7	8
c. Cannabis (marihuana, costo, hierba, hashish, etc.)	0	5	6	7	8
d. Cocaína (coca, farlopa, crack, base, etc.)	0	5	6	7	8
e. Anfetaminas u otro tipo de estimulantes (speed, éxtasis, píldoras adelgazantes, etc.)	0	5	6	7	8
f. Inhalantes (colas, gasolina/nafta, pegamento, etc.)	0	5	6	7	8
g. Tranquilizantes o pastillas para dormir (valium/diazepam, Trankimazin/Alprazolam/Xanax, Orfidal/Lorazepam, Rohipnol)	0	5	6	7	8
h. Alucinógenos (LSD, ácidos, ketamina, PCP, etc.)	0	5	6	7	8
i. Opiáceos (heroína, metadona, codeína, morfina, dolantina/petidina, etc.)	0	5	6	7	8
j. Otros - especifique:	0	5	6	7	8

Haga las preguntas 6 y 7 para todas las sustancias que ha consumido alguna vez (Pregunta 1)

CÓDIGO	GE / GC	RN / RA / NA	CP / CO	
---------------	----------------	---------------------	----------------	--

Fecha:			
---------------	--	--	--



OMS - ASSIST V3.0

Pregunta 6

¿Un amigo, un familiar o alguien más alguna vez ha mostrado preocupación por su consumo de (PRIMERA DROGA, SEGUNDA DROGA, ETC)?	No, nunca	Sí, en los últimos 3 meses	Sí, pero no en los últimos 3
a. Tabaco (cigarrillos, cigarros habanos, tabaco de mascar)	0	6	3
b. Bebidas alcohólicas (cerveza, vino, licores, destilados)	0	6	3
c. Cannabis (marihuana, costo, hierba, hashish, etc.)	0	6	3
d. Cocaína (coca, farlopa, crack, base, etc.)	0	6	3
e. Anfetaminas u otro tipo de estimulantes (speed, éxtasis, píldoras adelgazantes, etc.)	0	6	3
f. Inhalantes (colas, gasolina/nafta, pegamento, etc.)	0	6	3
g. Tranquilizantes o pastillas para dormir (valium/diazepam, Trankimazin/Alprazolam/Xanax, Orfidal/Lorazepam, Rohipnol)	0	6	3
h. Alucinógenos (LSD, ácidos, ketamina, PCP, etc.)	0	6	3
i. Opiáceos (heroína, metadona, codeína, morfina, dolantina/petidina, etc.)	0	6	3
j. Otros - especifique:	0	6	3

Pregunta 7

¿Ha intentado alguna vez controlar, reducir o dejar de consumir (PRIMERA DROGA, SEGUNDA DROGA, ETC) y no lo ha logrado?	No, nunca	Sí, en los últimos 3 meses	Sí, pero no en los últimos 3
a. Tabaco (cigarrillos, cigarros habanos, tabaco de mascar)	0	6	3
b. Bebidas alcohólicas (cerveza, vino, licores, destilados)	0	6	3
c. Cannabis (marihuana, costo, hierba, hashish, etc.)	0	6	3
d. Cocaína (coca, farlopa, crack, base, etc.)	0	6	3
e. Anfetaminas u otro tipo de estimulantes (speed, éxtasis, píldoras adelgazantes, etc.)	0	6	3
f. Inhalantes (colas, gasolina/nafta, pegamento, etc.)	0	6	3
g. Tranquilizantes o pastillas para dormir (valium/diazepam, Trankimazin/Alprazolam/Xanax, Orfidal/Lorazepam, Rohipnol)	0	6	3
h. Alucinógenos (LSD, ácidos, ketamina, PCP, etc.)	0	6	3
i. Opiáceos (heroína, metadona, codeína, morfina, dolantina/petidina, etc.)	0	6	3
j. Otros - especifique:	0	6	3

Pregunta 8

¿Ha consumido alguna vez alguna droga por vía inyectada? (ÚNICAMENTE PARA USOS NO MÉDICOS)	0	2	1
---	---	---	---

**Alcohol, Smoking and Substance Involvement Screening Test
(OMS ASSIST V3.0) -TARJETAS DE RESPUESTA para los Pacientes**

Puntuaciones Específicas para cada Sustancia		
Sustancia	Puntuación	Nivel de riesgo
a. Productos derivados del tabaco		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
b. Bebidas alcohólicas		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
c. Cannabis		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
d. Cocaína		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
e. Estimulantes de tipo anfetamínico		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
f. Inhalantes		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
g. Sedantes o Pastillas para dormir		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
h. Alucinógenos		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
i. Opiáceos		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto
j. Otros – especificar		0-3 Bajo
		4-26 Moderado
		27+ Alto

¿Qué significan sus puntuaciones?

Bajo:	Su actual patrón de consumo representa un riesgo bajo sobre su salud y de otros problemas.
Moderado:	Usted presenta riesgo para su salud y de otro tipos de problemas derivados de su actual patrón de consumo de sustancias.
Alto:	Usted presenta un riesgo elevado de experimentar problemas graves (de salud, sociales, económicos, legales, de pareja, ...) derivado de su patrón actual de consumo y probablemente sea dependiente.

Anexo C: INECO FRONTAL SCREENING (IFS)

CÓDIGO

GE / GC	RN / RA / NA	CP / CO	
---------	--------------	---------	--



Fecha:

--	--	--

INECO FRONTAL SCREENING

1. Series Motoras (Programación)

<p>“Mire atentamente lo que estoy haciendo”. El examinador realiza tres veces la serie de Luria “puño, canto, palma”. Ahora haga lo mismo con su mano derecha, primero conmigo y después solo.” El examinador realiza las series 3 veces con el paciente y luego le dice. “ Ahora, hágalo usted solo”.</p>	/3
<p>Puntuación: 6 series consecutivas solo: 3 / al menos 3 series consecutivas solo: 2 / El paciente falla en 1 pero logra 3 series consecutivas con el examinador: 1 / El paciente no logra 3 series consecutivas con el examinador : 0</p>	

2. Instrucciones conflictivas (Sensibilidad a la interferencia)

<p>“Golpee dos veces cuando yo golpee una vez”. Para asegurarse que el paciente comprendió bien la consigna, realice una serie de <u>3 pruebas</u>: 1-1-1.</p> <p>“Golpee una vez cuando yo golpee dos veces”. Para asegurarse que el paciente comprendió bien la consigna, realice una serie de <u>3 pruebas</u>: 2-2-2. El examinador realiza la siguiente serie: 1-1-2-1-2-2-2-1-1-2.</p>	/3
<p>Puntuación: Sin error: 3 / Uno o dos errores: 2 / Mas de dos errores: 1 / El paciente golpea como el examinador al menos 4 veces consecutivas : 0</p>	

3. Go- No Go (Control inhibitorio)

<p>“Golpee una vez cuando yo golpee una vez”. Para asegurarse que el paciente comprendió bien la consigna, realice una serie de <u>3 pruebas</u>: 1-1-1. “No golpee cuando yo golpee dos veces”. Para asegurarse que el paciente comprendió bien la consigna, realice una serie de <u>3 pruebas</u>: 2-2-2. El examinador realiza la siguiente serie: 1-1-2-1-2-2-2-1-1-2.</p>	/3
<p>Puntuación: Sin error: 3 / Uno o dos errores: 2 / Mas de dos errores: 1 / El paciente golpea como el examinador al menos 4 veces consecutivas : 0</p>	

4. Dígitos atrás

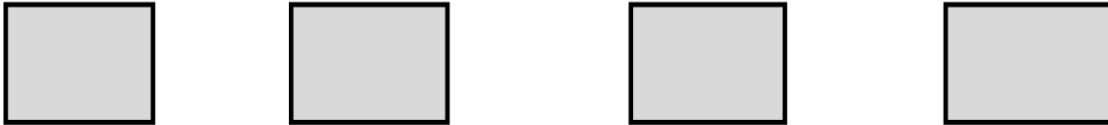
	Ítem	Trial I	Pass-Fail	Trial II	Pass-Fail
	1	5-1		3-8	
	2	4-9-3		5-2-6	
	3	3-8-1-4		1-7-9-5	
	4	6-2-9-7-2		4-8-5-2-7	
	5	7-1-5-2-8-6		8-3-1-9-6-4	
	6	4-7-3-9-1-2-8		8-1-2-9-3-6-5	

/6

5. Memoria de trabajo verbal

<p>Meses hacia Atrás: (se consideran errores: error en el orden, omisiones, no concluir la tarea) <u>Instrucción:</u> Diga los meses del año en orden inverso, comenzando por el último mes del año: Dic__ - Nov__ - Oct__ - Sep__ - Ago__ - Jul__ - Jun__ - May__ - Abril__ - Marzo__ - Feb__ - Enero__.</p>	/2
<p>Puntuación: (0 errores = 2, 1 error =1, > 2 errores =0)</p>	

6.	Working Memory Espacial:	
<p>Señale los cubos en el orden indicado, el paciente deberá copiar esta secuencia de movimientos en orden inverso. Hágalo despacio; el paciente decide que mano prefiere utilizar.</p> <p>a) 1-2 ____ b) 2-4-3 ____ c) 3-4-2-1 ____ d) 1-4-2-3-4 ____</p>		/4



7.	Refranes	
<p>1). Perro que ladra, no muerde (Los que hablan mucho, suelen hacer poco). 2). A mal tiempo, buena cara. (Tomar una actitud positiva frente a las adversidades) 3). En casa de herrero, cuchillo de palo. (Carecer de algo cuando por tu profesión u oficio, no debiera faltarte).</p>		/3
Ejemplo: ½ punto. Explicación Correcta: 1 Punto.		

8.	Hayling Test	
<p>Etapas 1: Iniciación: Escuche cuidadosamente esta oración y cuando yo haya terminado de leerla, usted debe decirme lo más rápido posible, qué palabra podría completar la frase.</p> <p style="text-align: center;">Me pongo los zapatos y me ato los Peleaban como perro y</p>		/6
<p>Etapas 2: Esta vez quiero que me diga una palabra que no tenga ningún sentido en el contexto de la oración, que no tenga ninguna relación con la misma. Por ejemplo: Daniel golpeó el clavo con el ...lluvia.</p> <p style="text-align: center;">1. Juan Compró caramelos en el..... 2. Ojo por ojo diente por 3. Lavé la ropa con agua y</p>		
Inhibición. Diferente: 2/ Rel. Semántica: 1/Palabra exacta: 0 punto.		

Puntaje Total =	/30
------------------------	------------

Índice de Memoria de Trabajo = (Dígitos hacia atrás + Corsi)	/10
--	------------

OBSERVACIONES	
----------------------	--

Anexo D: ESCALA BIS/BAS

CÓDIGO



Fecha:

**Cuestionario de Personalidad
(E-BIS/E-BAS)**

En las siguientes preguntas, indique si usted está de acuerdo o en desacuerdo. Por favor, responda cada pregunta independientemente una de la otra.

1= Muy falso en mi caso 2= Más bien falso en mi caso 3= Más bien cierto en mi caso 4= Muy cierto en mi caso

1	La familia de uno es lo más importante de la vida.	1	2	3	4
2	Raramente experimento miedo o nerviosismo ni siquiera, cuando está a punto de sucederme algo negativo.	1	2	3	4
3	Yo hago todo lo posible para conseguir las cosas que quiero.	1	2	3	4
4	Cuando me está saliendo algo bien, me encanta seguir haciéndolo.	1	2	3	4
5	Estoy siempre deseando probar algo nuevo si creo que será , divertido.	1	2	3	4
6	Cuando consigo algo que quiero, me siento entusiasmado/a y lleno de energía.	1	2	3	4
7	Las críticas y las reprimendas (regañones) me duelen bastante.	1	2	3	4
8	Cuando deseo algo, normalmente hago todo lo posible para conseguirlo.	1	2	3	4
9	A menudo hago cosas por el sólo hecho de que podrían ser divertidas.	1	2	3	4
10	Se me hace difícil encontrar tiempo para hacer cosas como cortarme el pelo.	1	2	3	4
11	Si veo la oportunidad para conseguir algo que quiero, voy por ello de inmediato.	1	2	3	4
12	Me preocupo o disgusto bastante cuando creo o sé que alguien está enfadado conmigo.	1	2	3	4
13	Cuando veo la oportunidad de hacer algo que me gusta me entusiasmo al momento.	1	2	3	4
14	A menudo actúo sin parar a pensar.	1	2	3	4
15	Si creo que algo desagradable va a suceder, normalmente, me pongo nervioso.	1	2	3	4
16	A menudo pienso en la razón por la cual la gente actúa de la manera que lo hace.	1	2	3	4
17	Las cosas buenas que me ocurren me afectan intensamente.	1	2	3	4
18	Me preocupo cuando pienso que no he estado a la altura en algo importante.	1	2	3	4
19	Ansío sentir emociones fuertes y nuevas sensaciones.	1	2	3	4
20	Cuando quiero conseguir algo suelo usar la filosofía del: " todo vale".	1	2	3	4
21	En comparación con mis amigos, tengo muy pocos miedos.	1	2	3	4
22	Me entusiasmaría ganar un concurso.	1	2	3	4
23	Me preocupa cometer errores.	1	2	3	4
24	La manera en que me visto es muy importante para mí.	1	2	3	4

Anexo E: ESCALA DE IMPULSIVIDAD DE BARRATT

CÓDIGO



Fecha:

Escala de Impulsividad de Barratt

Las personas son diferentes en cuanto a la forma en que se comportan y piensan en distintas situaciones. Ésta es una prueba para medir algunas de las formas en que usted actúa y piensa. No se detenga demasiado tiempo en ninguna de las oraciones. Responda rápida y honestamente.

		Raramente o nunca	Ocasionalmente	A Menudo	Siempre o casi siempre
1	Planifico mis tareas con cuidado.	0	1	3	4
2	Hago las cosas sin pensarlas.	0	1	3	4
3	Casi nunca me tomo las cosas a pecho (no me perturbo con facilidad).	0	1	3	4
4	Mis pensamientos pueden tener gran velocidad (tengo pensamientos que van muy rápido en mi mente).	0	1	3	4
5	Planifico mis viajes con antelación.	0	1	3	4
6	Soy una persona con autocontrol.	0	1	3	4
7	Me concentro con facilidad (se me hace fácil concentrarme).	0	1	3	4
8	Ahorro con regularidad.	0	1	3	4
9	Se me hace difícil estar quieto/a por largos períodos de tiempo.	0	1	3	4
10	Pienso las cosas cuidadosamente.	0	1	3	4
11	Planifico para tener un trabajo fijo (me esfuerzo por asegurar que tendré dinero para pagar por mis gastos).	0	1	3	4
12	Digo las cosas sin pensarlas.	0	1	3	4
13	Me gusta pensar sobre problemas complicados.	0	1	3	4
14	Cambio de trabajo frecuentemente.	0	1	3	4
15	Actúo impulsivamente.	0	1	3	4
16	Me aburre con facilidad tratando de resolver problemas en mi mente (me aburre pensar en algo por demasiado tiempo).	0	1	3	4
17	Visito al médico y al dentista con regularidad.	0	1	3	4
18	Hago las cosas en el momento que se me ocurren.	0	1	3	4
19	Soy una persona que piensa sin distraerse (puedo enfocar mi mente en una sola cosa por mucho tiempo).	0	1	3	4
20	Cambio de vivienda a menudo (me mudo con frecuencia o no me gusta vivir en el mismo sitio por mucho tiempo).	0	1	3	4
21	Compro cosas impulsivamente.	0	1	3	4
22	Yo termino lo que empiezo.	0	1	3	4
23	Camino y me muevo con rapidez.	0	1	3	4
24	Resuelvo los problemas experimentando (resuelvo los problemas tratando una posible solución y viendo si funciona).	0	1	3	4
25	Gasto efectivo o en crédito más de lo que gano (gasto más de lo que gano).	0	1	3	4
26	Hablo rápido.	0	1	3	4
27	Tengo pensamientos extraños cuando estoy pensando.	0	1	3	4
28	Me interesa más el presente que el futuro.	0	1	3	4
29	Me siento inquieto/a en clases o charlas.	0	1	3	4
30	Planifico para el futuro (me interesa más el futuro que el presente).	0	1	3	4

Anexo F: CONSENTIMIENTO INFORMADO

CÓDIGO

GE / GC	RN / RA / NA	CP / CO	
---------	--------------	---------	--



Fecha:

--	--	--

CONSENTIMIENTO INFORMADO

A usted señor (a) _____ le estamos invitando a participar en un estudio de investigación del grupo de sustancias psicoactivas del departamento de Toxicología de la Universidad Nacional de Colombia. Es importante que usted conozca que su participación es absolutamente **voluntaria** y que si usted lo desea, puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones.

Propósito del estudio

Analizar el proceso de toma de decisiones en contextos sociales y sus correlatos neurales asociados, en pacientes con antecedente de consumo de cannabis. Usted participará en el grupo experimental perteneciente a las personas CON antecedente de consumo de cannabis.

Procedimiento del estudio

El estudio se llevará a cabo en dos jornadas de valoración colectiva e individual:

SESIÓN 1: se diligenciarán cuestionarios con preguntas dirigidas a conocer sus datos sociodemográficos, antecedentes médicos personales y familiares, la historia del consumo; su personalidad, nivel de impulsividad y el funcionamiento ejecutivo.

SESIÓN 2: se ejecutará una tarea computarizada para evaluar la toma de decisiones. Durante dicho ejercicio se tomarán registros electroencefalográficos mediante unos electrodos dispuestos en su cuero cabelludo, los cuales no son invasivos. Una vez usted culmine la actividad, se diligenciará un formato de autoinforme para valorar su desempeño en la prueba.

Riesgos del estudio

De acuerdo con la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, existe un riesgo mínimo por hacer parte del estudio. Esto quiere decir que durante su participación en el estudio no correrá ningún riesgo a nivel médico, ni se realizará ningún tipo de intervención clínica o procedimiento invasivo.

Beneficios del estudio

Los estudios de investigación como éste, producen conocimientos que pueden ser aplicados para la evaluación futura de otras personas, en otros contextos, con otras costumbres, condiciones sociales, características psicológicas, edades y niveles socio económicos.

Por esta investigación no recibirá beneficio económico, sin embargo la evaluación que se llevará a cabo le permitirá obtener un informe de su desempeño en la toma de decisiones.

Los resultados individuales pueden ser transmitidos mediante un informe escrito, siempre y cuando usted lo solicite, y no será publicado ni difundido con sus datos en otros medios.

Reserva de la información del estudio

La información que usted aportará a través de los cuestionarios, la toma de registro electrofisiológico y la entrevista, será absolutamente confidencial y no será proporcionada a ninguna persona diferente a usted bajo ninguna circunstancia. A cada cuestionario se le asignará un código de tal forma que otras personas no tengan acceso a sus datos personales.

Estudios futuros

Es posible que en el futuro la historia clínica y los registros del desempeño de los evaluados, sean utilizados para otras investigaciones cuyos objetivos o propósitos no aparecen especificados en este formato de consentimiento informado que usted firmará. Si esto llega a suceder, toda la información será entregada de manera codificada para garantizar que no se revelará su nombre.

FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Después de haber leído completamente toda la información contenida en este documento con respecto al proyecto "Toma de decisiones en contexto social y sus correlatos neurales en pacientes con antecedente de consumo de cannabis. Bogotá, 2015", habiendo dispuesto de tiempo suficiente para reflexionar sobre las implicaciones de mi decisión libre, consciente y voluntaria, manifiesto que he decidido autorizar mi participación con las condiciones aquí planteadas.

En constancia, firmo este documento de consentimiento informado, en la ciudad de _____
el _____ del mes de _____ del año _____

NOMBRE, FIRMA Y DOCUMENTO DE IDENTIDAD DEL PARTICIPANTE:

Nombre: _____ Firma: _____

Cédula de ciudadanía #: _____ de _____

NOMBRE, FIRMA Y DOCUMENTO DE IDENTIDAD DEL INVESTIGADOR:

Nombre: _____ Firma: _____

Cédula de ciudadanía #: _____ de _____

E-mail: kcjacomed@unal.edu.co

**INFORMACIÓN DE CONTACTO:**

Departamento de Toxicología
Carrera 30 No. 45-03, Facultad de medicina Piso 2º Oficina 203
Teléfono(s): 3165000 Extensión 15120
www.toxicologia.unal.edu.co
Bogotá, Colombia, Sur América

Referencias

- Abel, E. L. (1972). Changes in Personality Response Ratings Induced by Smoking Marihuana. *British Journal of Addiction to Alcohol & Other Drugs*, 67(3), 221–223. <https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1972.tb01197.x>
- Alameda-Bailén, J. R., Salguero-Alcañiz, M. P., Merchán-Clavellino, A., & Paíno-Quesada, S. (2014). Mecanismos cognitivos en la toma de decisiones arriesgadas en consumidores de cannabis. *Adicciones*, 26(2), 146–158.
- Alameda Bailén, J. R., Paíno Quesada, S., & Mogedas Valladares, A. I. (2012). Toma de decisiones en consumidores de cannabis Decision making in cannabis users. *Adicciones*, 24(2), 161–172.
- Aoki, R., Matsumoto, M., Yomogida, Y., Izuma, K., Murayama, K., Sugiura, A., ... Matsumoto, K. (2014). Social Equality in the Number of Choice Options Is Represented in the Ventromedial Prefrontal Cortex. *Journal of Neuroscience*, 34(18), 6413–6421. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4427-13.2014>
- Badre, D., & D'Esposito, M. (2009). Is the rostro-caudal axis of the frontal lobe hierarchical? *Nature Reviews Neuroscience*, 10(9), 659–669. <https://doi.org/10.1038/nrn2667>
- Balconi, M., Finocchiaro, R., & Campanella, S. (2014). Reward Sensitivity , Decisional Bias , and Metacognitive, 8(6), 399–406. <https://doi.org/10.1097/ADM.0000000000000065>
- Balconi, M., Finocchiaro, R., & Canavesio, Y. (2014). Addictive Behaviors Reward-system effect (BAS rating), left hemispheric “ unbalance ” (alpha band oscillations) and decisional impairments in drug addiction. *Addictive Behaviors*, 39(6), 1026–1032. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2014.02.007>
- Balconi, M., Finocchiaro, R., Canavesio, Y., & Messina, R. (2014). Reward bias and lateralization in gambling behavior: behavioral activation system and alpha band analysis. *Psychiatry Research*, 219(3), 570–576. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.06.020>
- Bates, A. T., Kiehl, K. A., Laurens, K. R., & Liddle, P. F. (2002). Error-related negativity and correct response negativity in schizophrenia. *Clinical Neurophysiology*, 113(9), 1454–1463. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00154-2](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00154-2)
- Battistella, G., Fornari, E., Annoni, J.-M., Chtioui, H., Dao, K., Fabritius, M., ... Giroud, C. (2014). Long-Term Effects of Cannabis on Brain Structure. *Neuropsychopharmacology: Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology*, (February), 1–8. <https://doi.org/10.1038/npp.2014.67>
- Bault, N., Joffily, M., Rustichini, A., & Coricelli, G. (2011). Medial prefrontal cortex and striatum mediate the influence of social comparison on the decision process. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(38), 16044–16049. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100892108>
- Bauselas, E. (2014). Funciones ejecutivas: nociones del desarrollo desde una perspectiva neuropsicológica. *Acción Psicológica*, 11, 21–34. <https://doi.org/10.5944/ap.1.1.13789>
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1–3), 7–15. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 10(3), 295–307. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>
- Billeke, P., Zamorano, F., Cosmelli, D., & Aboitiz, F. (2013). Oscillatory Brain Activity Correlates with Risk Perception and Predicts Social Decisions. *Cerebral Cortex*, 23(12), 2872–2883. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs269>
- Böcker, K. B. E., Gerritsen, J., Hunault, C. C., Kruidenier, M., Mensinga, T. T., & Kenemans, J. L. (2010).

- Cannabis with high ??9-THC contents affects perception and visual selective attention acutely: An event-related potential study. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 96(1), 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2010.04.008>
- Bolla, K. I., Brown, K., Eldreth, D., Tate, K., & Cadet, J. L. (2002). Dose-related neurocognitive effects of marijuana use. *Neurology*, 59(9), 1337–1343. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000031422.66442.49>
- Bolla, K. I., Eldreth, D. A., Matochik, J. A., & Cadet, J. L. (2005). Neural substrates of faulty decision-making in abstinent marijuana users. *NeuroImage*, 26(2), 480–492. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.012>
- Buckner, J. D., Ecker, A. H., & Vinci, C. (2013). Cannabis use vulnerability among socially anxious users: Cannabis craving during a social interaction. *Psychology of Addictive Behaviors*, 27(1), 236–42. <https://doi.org/10.1037/a0029763>
- Calafat, E. J. B.-A. (2000). MONOGRAFÍA CANNABIS. *Adicciones*, 12, 185–196.
- Calleja, P. C. (2012). Trastornos Y Problemas Relacionados Con Salud Mental: Alcoholismo y drogodependencias. *Enfermería* 21, 290–304.
- Camchong, J., Lim, K. O., & Kumra, S. (2016). Adverse Effects of Cannabis on Adolescent Brain Development: A Longitudinal Study. *Cerebral Cortex*, bhw015. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhw015>
- Campanella, S., Pogarell, O., & Boutros, N. (2014). Event-related potentials in substance use disorders: a narrative review based on articles from 1984 to 2012. *Clinical EEG and Neuroscience*, 45(2), 67–76. <https://doi.org/10.1177/1550059413495533>
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67(2), 319–333. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.2.319>
- Cécile Henquet, Lydia Krabbendam, Janneke Spauwen, Charles Kaplan, Roselind Lieb, Hans-Ulrich Wittchen, J. van, & Os. (2005). Prospective cohort study of cannabis use, predisposition for psychosis, and psychotic symptoms in young people. *BMJ*, 330. <https://doi.org/10.1136/bmj.38267.664086.63>
- Chein, J. M., Albert, D., O'Brien, L., Uckert, K., & Steinberg, L. (2011). Peers increase adolescent risk taking by enhancing activity in the brain's reward circuitry. *Developmental Science*, 14(2), 1–10. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01035.x>
- Chen, X., Zheng, T., Han, L., Chang, Y., & Luo, Y. (2017). The neural dynamics underlying the interpersonal effects of emotional expression on decision making. *Scientific Reports*, 7(October 2016), 46651. <https://doi.org/10.1038/srep46651>
- Chevallier, C., Parish-Morris, J., Tonge, N., Le, L., Miller, J., & Schultz, R. T. (2014). Susceptibility to the audience effect explains performance gap between children with and without autism in a theory of mind task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(3), 972–979. <https://doi.org/10.1037/a0035483>
- Chye, Y., Suo, C., Yücel, M., den Ouden, L., Solowij, N., & Lorenzetti, V. (2017). Cannabis-related hippocampal volumetric abnormalities specific to subregions in dependent users. *Psychopharmacology*. <https://doi.org/10.1007/s00213-017-4620-y>
- Clark, L., Cools, R., & Robbins, T. W. (2004). The neuropsychology of ventral prefrontal cortex: Decision-making and reversal learning. *Brain and Cognition*, 55(1), 41–53. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00284-7](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00284-7)
- Colwell, K. A., Ryan, D. B., Throckmorton, C. S., Sellers, E. W., & Collins, L. M. (2014). Channel selection methods for the P300 Speller. *Journal of Neuroscience Methods*, 232, 6–15. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2014.04.009>
- Contreras, D., Catena, A., Cándido, A., Perales, J. C., & Maldonado, A. (2008). Funciones de la corteza

- prefrontal ventromedial en la toma de decisiones emocionales. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8(1), 285–313. <https://doi.org/Article>
- Cooper, A. J., Duke, Á., Pickering, A. D., & Smillie, L. D. (2014). Individual differences in reward prediction error: contrasting relations between feedback-related negativity and trait measures of reward sensitivity, impulsivity and extraversion. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(April), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00248>
- Crean, R. D., Crane, N. A., & Mason, B. J. (2011). An evidence based review of acute and long-term effects of cannabis use on executive cognitive functions. *Journal of Addiction Medicine*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.1097/ADM.0b013e31820c23fa.An>
- Curley, J. P., & Ochsner, K. N. (2017). Neuroscience: Social networks in the brain. *Nature Human Behaviour*, 1(April), 104. <https://doi.org/10.1038/s41562-017-0104>
- Dahlgren, M. K., Sagar, K. A., Racine, M. T., Dreman, M. W., & Gruber, S. A. (2016). Marijuana Use Predicts Cognitive Performance on Tasks of Executive Function. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 77(2), 298–308. <https://doi.org/10.15288/jsad.2016.77.298>
- De Bellis, M. D., Wang, L., Bergman, S. R., Yaxley, R. H., Hooper, S. R., & Huettel, S. A. (2013). Neural mechanisms of risky decision-making and reward response in adolescent onset cannabis use disorder. *Drug and Alcohol Dependence*, 133(1), 134–145. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2013.05.020>
- De Graaf, R., Radovanovic, M., Van Laar, M., Fairman, B., Degenhardt, L., Aguilar-Gaxiola, S., ... Anthony, J. C. (2010). Early cannabis use and estimated risk of later onset of depression spells: Epidemiologic evidence from the population-based world health organization world mental health survey initiative. *American Journal of Epidemiology*, 172(2), 149–159. <https://doi.org/10.1093/aje/kwq096>
- Donoghue, K., Doody, G. A., Murray, R. M., Jones, P. B., Morgan, C., Dazzan, P., ... Maccabe, J. H. (2014). Cannabis use , gender and age of onset of schizophrenia : Data from the AESOP study. *Psychiatry Research*, 215(3), 528–532. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2013.12.038>
- Drucaroff, LJ, Kievit, R, Guinjoan, SM, et al. (2017). Higher Autonomic Activation Predicts Better Performance in Iowa Gambling Task, (June 2011). <https://doi.org/10.1097/WNN.0b013e3182239308>
- Dumont, G., van Hasselt, J., de Kam, M., van Gerven, J., Touw, D., Buitelaar, J., & Verkes, R. (2011). Acute psychomotor, memory and subjective effects of MDMA and THC co-administration over time in healthy volunteers. *Journal of Psychopharmacology*, 25(4), 478–489. <https://doi.org/10.1177/0269881110376687>
- Duncan, C. C., Barry, R. J., Connolly, J. F., Fischer, C., Michie, P. T., Näätänen, R., ... Petten, C. Van. (2009). Clinical Neurophysiology Event-related potentials in clinical research : Guidelines for eliciting , recording , and quantifying mismatch negativity , P300 , and N400 q. *Clinical Neurophysiology*, 120(11), 1883–1908. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.07.045>
- Duque, J., & Maturana, A. (2012). *Consumo de sustancias psicoactivas en adolescentes-jóvenes Universitarios en Bogotá*. Retrieved from <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116323/Duque> (2012) SPA-Universitarios (Bogotá-Colombia).pdf?sequence=1
- Duschek, S., Muckenthaler, M., Werner, N., & Reyes, G. A. (2009). Relationships between features of autonomic cardiovascular control and cognitive performance, 81, 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.03.003>
- Ehlers, C. L., Gilder, D. A., & Phillips, E. (2008). P3 components of the event-related potential and marijuana dependence in Southwest California Indians. *Addiction Biology*, 13(1), 130–142. <https://doi.org/10.1111/j.1369-1600.2007.00091.x>
- Euser, A. S., Evans, B. E., Greaves-Lord, K., Huizink, A. C., & Franken, I. H. A. (2013). Diminished error-related brain activity as a promising endophenotype for substance-use disorders: Evidence from high-

- risk offspring. *Addiction Biology*, 18(6), 970–984. <https://doi.org/10.1111/adb.12002>
- Fishbein, D. H., Eldreth, D. L., Hyde, C., Matochik, J. A., London, E. D., Contoreggi, C., ... Grant, S. (2005). Risky decision making and the anterior cingulate cortex in abstinent drug abusers and nonusers. *Cognitive Brain Research*, 23(1), 119–136. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.12.010>
- Fishman, I., & Ng, R. (2013). Error-related brain activity in extraverts: Evidence for altered response monitoring in social context. *Biological Psychology*, 93(1), 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.02.010>
- Folstein, J. R., & Van Petten, C. (2008). Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: A review. *Psychophysiology*, 45(1), 152–170. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00602.x>
- Forman, S. D., Dougherty, G. G., Casey, B. J., Siegle, G. J., Braver, T. S., Barch, D. M., ... Lorensen, E. (2004). Opiate addicts lack error-dependent activation of rostral anterior cingulate. *Biological Psychiatry*, 55(5), 531–537. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2003.09.011>
- Fridberg, Skosnik, Hetrick, O. (2013). cannabis users and cannabis-naïve controls, 27(6), 515–525. <https://doi.org/10.1177/0269881113477745>.*Neural*
- Fridberg, D. J., Queller, S., Ahn, W. Y., Kim, W., Bishara, A. J., Busemeyer, J. R., ... Stout, J. C. (2010). Cognitive mechanisms underlying risky decision-making in chronic cannabis users. *Journal of Mathematical Psychology*, 54(1), 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2009.10.002>
- Frith, C., & Frith, U. (2012). Mechanisms of Social Cognition. *Annual Review of Psychology*, 63, 287–313. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100449>
- García, V., Alicia, E., Jiménez, B., Karina, C., Psicología, R. M. De, & Psicología, S. M. De. (2010). Efectos del consumo de marihuana sobre la toma de decisión Revista. *Revista Mexicana de Psicología*, 227(2), 309–315.
- Gilman, J. M., Schuster, R. M., Curran, M. T., Calderon, V., van der Kouwe, A., & Evins, A. E. (2016). Neural mechanisms of sensitivity to peer information in young adult cannabis users. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 646–661. <https://doi.org/10.3758/s13415-016-0421-8>
- Glascher, J., Adolphs, R., Damasio, H., Bechara, A., Rudrauf, D., Calamia, M., ... Tranel, D. (2012). Lesion mapping of cognitive control and value-based decision making in the prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(36), 14681–14686. <https://doi.org/10.1073/pnas.1206608109>
- Glass, M., Faull, R. L. M., & Dragunow, M. (1997). Cannabinoid receptors in the human brain: a detailed anatomical and quantitative autoradiographic study on the fetal, neonatal and adult human brain. *Neuroscience*, 77(2), 299–318. <https://doi.org/S0306452296004289> [pii]
- Goldsmith, R. S., Hartenbaum, N. P., & Martin, D. W. (2015). Medical Marijuana in the Workforce. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 57(11), e139. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000516>
- Gomes da Mata, F., Neves, F. S., Lage, G. M., Pavia de Morales, P. H., Mattos, P., Fuentes, D., ... Malloy-Diniz, L. (2011). Neuropsychological assessment of the decision making process in children and adolescents: an integrative review of the literature. *Revista de Psiquiatria Clínica*, 38(3), 106–115. Retrieved from <http://www.hcnet.usp.br/ipq/revista/vol38/n3/pdf/106eng.pdf>
- Gomez, Alfonso, M. de J. y derecho, Ruiz Gomez, F., & Bo Mathiasen, R. de la O. de las N. U. contra la droga y el D. (2013). Estudio De Consumo De Sustancias Psicoactivas En Colombia 2013, 9, 175. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gonzalez, R., Schuster, R. M., Mermelstein, R. M., & Diviak, K. R. (2015). The role of decision-making in cannabis-related problems among young adults. *Drug and Alcohol Dependence*, 154, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2015.06.046>

- Goodman, J., & Packard, M. G. (2015). The Memory System Engaged During Acquisition Determines the Effectiveness of Different Extinction Protocols, 9(November), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00314>
- Gordillo León, F., Arana Martínez, J. M., Salvador Cruz, J., & Mestas Hernández, L. (2011). Emoción y Toma de Decisiones: Teoría y Aplicación de la IOWA Gambling Task. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 14(1), 333–353. Retrieved from www.iztacala.unam.mx/carreras/psicologia/psiclin%5Cnwww.revistas.unam.mx/index.php/rep
www.iztacala.unam.mx/carreras/psicologia/psiclin
- Grotenhermen, F. (2006). Los cannabinoides y el sistema endocannabinoide. *Cannabinoids*, 1(10), 10–14.
- Gruber, S. A., Rogowska, J., & Yurgelun-Todd, D. A. (2009). Altered affective response in marijuana smokers: An fMRI study. *Drug and Alcohol Dependence*, 105(1–2), 139–153. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2009.06.019>
- Guyer, A. E., Benson, B., Choate, V. R., Bar-Haim, Y., Perez-Edgar, K., Jarcho, J. M., ... Nelson, E. E. (2014). Lasting associations between early-childhood temperament and late-adolescent reward-circuitry response to peer feedback. *Development and Psychopathology*, 26(1), 229–243. <https://doi.org/10.1017/S0954579413000941>
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2003). Anxiety and error-related brain activity. *Biological Psychology*, 64(1–2), 77–90. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(03\)00103-0](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(03)00103-0)
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2004). Error-related psychophysiology and negative affect. *Brain and Cognition*, 56(2 SPEC. ISS.), 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2003.11.001>
- Haley, K. J., & Fessler, D. M. T. (2005). Nobody's watching? Subtle cues affect generosity in an anonymous economic game. *Evolution and Human Behavior*, 26(3), 245–256. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2005.01.002>
- Hamilton, A. F. de C., & Lind, F. (2016). Audience effects: what can they tell us about social neuroscience, theory of mind and autism? *Culture and Brain*, 4(2), 159–177. <https://doi.org/10.1007/s40167-016-0044-5>
- Hauser, T. U., Iannaccone, R., Stämpfli, P., Drechsler, R., Brandeis, D., Walitza, S., & Brem, S. (2014). The feedback-related negativity (FRN) revisited: New insights into the localization, meaning and network organization. *NeuroImage*, 84, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.08.028>
- Heitzeg, M. M., Cope, L. M., Martz, M. E., Hardee, J. E., & Zucker, R. A. (2015). Brain activation to negative stimuli mediates a relationship between adolescent marijuana use and later emotional functioning. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 16(4), 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.09.003>
- Helle, S., Løberg, E.-M., Gjestad, R., Schnakenberg Martin, A. M., & Lysaker, P. H. (2017). The positive link between executive function and lifetime cannabis use in schizophrenia is not explained by current levels of superior social cognition. *Psychiatry Research*, 250(January), 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.01.047>
- Hewig, J., Trippe, R., Hecht, H., Coles, M. G. H., Holroyd, C. B., & Miltner, W. H. R. (2007). Decision-making in blackjack: An electrophysiological analysis. *Cerebral Cortex*, 17(4), 865–877. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhk040>
- Holroyd, C. B., & Coles, M. G. H. (2002). The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychological Review*, 109(4), 679–709. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.109.4.679>
- Huguet, P., Galvaing, M. P., Monteil, J. M., & Dumas, F. (1999). Social presence effects in the Stroop task: further evidence for an attentional view of social facilitation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(5), 1011–1025. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.5.1011>

- Ibanez, A., & Manes, F. (2012). Contextual social cognition and the behavioral variant of frontotemporal dementia. *Neurology*, *78*(17), 1354–1362. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182518375>
- Ibanez, A., Melloni, M., Huepe, D., Helgiu, E., Rivera-Rei, A., Canales-Johnson, A., ... Moya, A. (2012). What event-related potentials (ERPs) bring to social neuroscience? *Social Neuroscience*, *7*(6), 632–49. <https://doi.org/10.1080/17470919.2012.691078>
- Izuma, K., Saito, D. N., & Sadato, N. (2010). Processing of the Incentive for Social Approval in the Ventral Striatum during Charitable Donation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *22*(4), 621–631. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21228>
- J.A. Ramos Atance, M. Rubio Gómez, R. de M. F. (2008). Efectos producidos por el consumo de cannabis: aspectos neuroquímicos. ASPECTOS PSIQUIÁTRICOS DEL CONSUMO DE CANNABIS. cap 1 Efectos producidos por el consumo de cannabis: aspectos neuroquímicos.
- Jacobus, J., & Tapert, S. F. (2014). Effects of cannabis on the adolescent brain. *Current Pharmaceutical Design*, *20*(13), 2186–93. <https://doi.org/10.2174/13816128113199990426>
- Jameson, T. L., Hinson, J. M., & Whitney, P. (2004). Components of working memory and somatic markers in decision making. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*(3), 515–520. <https://doi.org/10.3758/CABN.2.4.341>
- Jiménez, L. B., Acosta, B. R., Cuevas, Y. M., & Reséndiz, P. S. C. (2009). Evaluación psicométrica de los sistemas de activación e inhibición del comportamiento en adultos mexicanos. *Anales de Psicología*, *25*(2), 358–367.
- Jorm, a. ., Christensen, H., Henderson, a. ., Jacomb, P. ., Korten, a. ., & Rodgers, B. (1998). Using the BIS/BAS scales to measure behavioural inhibition and behavioural activation: Factor structure, validity and norms in a large community sample. *Personality and Individual Differences*, *26*(1), 49–58. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(98\)00143-3](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(98)00143-3)
- Kedzior, K. K., & Laeber, L. T. (2014). A positive association between anxiety disorders and cannabis use or cannabis use disorders in the general population- a meta-analysis of 31 studies, *14*(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-14-136>
- Kempel, P., Lampe, K., Parnefjord, R., Hennig, J., & Kunert, H. J. (2003). Auditory-evoked potentials and selective attention: Different ways of information processing in cannabis users and controls. *Neuropsychobiology*, *48*(2), 95–101. <https://doi.org/10.1159/000072884>
- Kennedy, D. P., & Adolphs, R. (2012). The social brain in psychiatric and neurological disorders Daniel. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(11), 559–572. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.09.006>
- Kim, S. H., Yoon, H., Kim, H., & Hamann, S. (2015). Individual differences in sensitivity to reward and punishment and neural activity during reward and avoidance learning. <https://doi.org/10.1093/scan/nsv007>
- Kimbrel, N. A., Cobb, A. R., Mitchell, J. T., Hundt, N. E., & Nelson-gray, R. O. (2008). Sensitivity to punishment and low maternal care account for the link between bulimic and social anxiety symptomology, *9*, 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2007.09.005>
- Koban, L., Pourtois, G., Bediou, B., & Vuilleumier, P. (2012). Effects of social context and predictive relevance on action outcome monitoring. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *12*(3), 460–478. <https://doi.org/10.3758/s13415-012-0091-0>
- Koechlin, E., Ody, C., & Kouneiher, F. (2003). The Architecture of Cognitive. *Science*, *302*(November), 1181–1185. <https://doi.org/10.1126/science.1088545>
- Korucuoglu, O., Gladwin, T. E., & Wiers, R. W. (2015). Alcohol-Induced Changes in Conflict Monitoring and Error Detection as Predictors of Alcohol Use in Late Adolescence. *Neuropsychopharmacology*, *40*(3), 614–621. <https://doi.org/10.1038/npp.2014.209>

- Kowal, M. A., Steenbergen, H. Van, Colzato, L. S., Hazekamp, A., Wee, N. J. A. Van Der, Manai, M., ... Hommel, B. (2015). Dose-dependent effects of cannabis on the neural correlates of error monitoring in frequent cannabis users. *European Neuropsychopharmacology*, 25(11), 1943–1953. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2015.08.001>
- Kowal, M. A., van Steenbergen, H., Colzato, L. S., Hazekamp, A., van der Wee, N. J. A., Manai, M., ... Hommel, B. (2015). Dose-dependent effects of cannabis on the neural correlates of error monitoring in frequent cannabis users. *European Neuropsychopharmacology*, 25(11), 1943–1953. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2015.08.001>
- Kramer, A. F., Strayer, D. L., & Buckley, J. (1991). Task Versus Component Consistency in the Development of Automatic Processing: A Psychophysiological Assessment. *Psychophysiology*, 28(4), 425–437. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1991.tb00726.x>
- Krigolson, O. E., Hassall, C. D., & Handy, T. C. (2014). How We Learn to Make Decisions: Rapid Propagation of Reinforcement Learning Prediction Errors in Humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(3), 635–644. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00509
- Lac, A., & Luk, K. (2017). Testing the Amotivational Syndrome : Marijuana Use Longitudinally Predicts Lower Self-Efficacy Even After Controlling for Demographics , Personality , and Alcohol and Cigarette Use. <https://doi.org/10.1007/s11121-017-0811-3>
- Lane, S. D., Yechiam, E., & Busemeyer, J. R. (2006). Application of a computational decision model to examine acute drug effects on human risk taking. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 14(2), 254–264. <https://doi.org/10.1037/1064-1297.14.2.254>
- Lavin, C., San Martín, R., Bravo, D., Contreras, L., & Isla, P. (2011). Potenciales cerebrales relacionados a feedback en el estudio del aprendizaje y la toma de decisiones económicas. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 43(3), 455 – 471. Retrieved from <http://openjournal.konradlorenz.edu.co/index.php/rpsi/article/view/220>
- Lindman, L. S. (2005). The effect of observational method and task complexity on neuropsychological test performance. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 65(7–B), 3767. Retrieved from <https://login.ezproxy.net.ucf.edu/login?auth=shibb&url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=psyh&AN=2005-99002-167&site=eds-live&scope=site>
- Lonsdorf, T. B., Haaker, J., & Kalisch, R. (2013). Long-term expression of human contextual fear and extinction memories involves amygdala, hippocampus and ventromedial prefrontal cortex: A reinstatement study in two independent samples. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(12), 1973–1983. <https://doi.org/10.1093/scan/nsu018>
- Luijten, M., Machielsen, M. W. J., Veltman, D. J., Hester, R., de Haan, L., & Franken, I. H. A. (2014). Systematic review of ERP and fMRI studies investigating inhibitory control and error processing in people with substance dependence and behavioural addictions. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 39(3), 149–169. <https://doi.org/10.1503/jpn.130052>
- Luijten, M., Schellekens, A. F., Kühn, S., Machielse, M. W. J., & Sescousse, G. (2017). Disruption of Reward Processing in Addiction. *JAMA Psychiatry*, 74(4), 387–398. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2016.3084>
- Luu, P., Collins, P., & Tucker, D. M. (2000). Mood, personality, and self-monitoring: Negative affect and emotionality in relation to frontal lobe mechanisms of error monitoring. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 43–60. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.129.1.43>
- Mackie, K. (2005). Distribution of Cannabinoid Receptors in the Central and Peripheral Nervous System, 299–325.
- Mané, A., Fernández-expósito, M., Bergé, D., Gómez-pérez, L., Sabaté, A., Toll, A., ... Perez, V. (2015). Relationship between cannabis and psychosis : Reasons for use and associated clinical variables.

- Psychiatry Research*, 229(1–2), 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.07.070>
- Markman, A. B., Maddox, W. T., Worthy, D. a, & Markman, B. (2006). and Excelling Under Choking Pressure. *Psychological Science*, 17(11), 944–948. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01809.x>
- Martin, L. E., & Potts, G. F. (2010). NIH Public Access, 46(3), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.10.019>. Impulsivity
- Martínez-Selva, J. M., Sánchez-Navarro, J. P., Bechara, A., & Román, F. (2006). Mecanismos cerebrales implicados en la toma de decisiones financieras, 42(7), 10.
- McDonald, J., Schleifer, L., Richards, J. B., & de Wit, H. (2003). Effects of THC on Behavioral Measures of Impulsivity in Humans. *Neuropsychopharmacology*, 28(7), 1356–1365. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1300176>
- Meier, M. H., Caspi, A., Ambler, A., Harrington, H., Houts, R., Keefe, R. S. E., ... Moffitt, T. E. (2012). Persistent cannabis users show neuropsychological decline from childhood to midlife. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), E2657–E2664. <https://doi.org/10.1073/pnas.1206820109>
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). A N I NTEGRATIVE T HEORY OF P REFRONTAL C ORTEX F UNCTION, 167–202.
- Monterosso, J., Ehrman, R., Napier, K. L., O'Brien, C. P., & Childress, A. R. (2001). Three decision-making tasks in cocaine-dependent patients: Do they measure the same construct? *Addiction*, 96(12), 1825–1837. <https://doi.org/10.1046/j.1360-0443.2001.9612182512.x>
- Moore THM, Zammit S, Lingford-Hughes A, et al (Univ of Bristol, E. et al). (2007). Cannabis use and risk of psychotic or affective mental health outcomes: a systematic review, 319–328.
- Mosquera, J. T. (2013). *Marihuana cannabis: aspectos toxicológicos, clínicos, sociales y potenciales usos terapéuticos*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Murray, E. A. (2007). The amygdala, reward and emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(11), 489–497. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.08.013>
- Murray, R. M., Morrison, P. D., Henquet, C., & Forti, M. Di. (2007). Cannabis, the mind and society: the hash realities. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(11), 885–895. <https://doi.org/10.1038/nrn2253>
- Newman, J. P., Sadeh, N., Newman, J. P., Maccoon, D. G., Vaughn, L. J., & Sadeh, N. (2005). Validating a Distinction Between Primary and Secondary Psychopathy With Measures of Gray â€™s BIS and BAS Constructs . Validating a Distinction Between Primary and Secondary Psychopathy With Measures of Gray ' s BIS and BAS Constructs, (August 2017). <https://doi.org/10.1037/0021-843X.114.2.319>
- Nieuwenhuis, S., Ridderinkhof, K. R., Talsma, D., Coles, M. G. H., Holroyd, C. B., Kok, A., & van der Molen, M. W. (2002). A computational account of altered error processing in older age: dopamine and the error-related negativity. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 2(1), 19–36. <https://doi.org/10.3758/CABN.2.1.19>
- Ochsner, K. N. (2008). The Social-Emotional Processing Stream: Five Core Constructs and Their Translational Potential for Schizophrenia and Beyond. *Biological Psychiatry*, 64(1), 48–61. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.04.024>
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2016). Informe Munidal Sobre las Drogas 2016, 22. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Olsson, A., Nearing, K. I., & Phelps, E. A. (2007). Learning fears by observing others: The neural systems of social fear transmission. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2(1), 3–11. <https://doi.org/10.1093/scan/nsm005>

- Olvet, D. M., & Hajcak, G. (2008). The error-related negativity (ERN) and psychopathology: Toward an endophenotype. *Clinical Psychology Review*, 28(8), 1343–1354. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2008.07.003>
- Orozco-Cabal, L., Rodríguez, M., Herin, D. V., Gempeler, J., & Uribe, M. (2010). Validity and Reliability of the Abbreviated Barratt Impulsiveness Scale in Spanish (BIS-15S). *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 39(1), 93–109. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0034-7450\(14\)60239-0](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0034-7450(14)60239-0)
- Paulus, M. P., & Yu, A. J. (2012). Emotion and decision-making: Affect-driven belief systems in anxiety and depression. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(9), 476. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.07.009>
- Pedrero-Pérez, E. J., de León, J. M. R. S., Mota, G. R., Luque, M. L., & García, C. P. (2012). Caracterización neuropsicológica de la impulsividad funcional y disfuncional en adictos a sustancias: Implicaciones clínicas. *Adicciones*, 24(1), 51–57.
- Pedrero-pérez, E. J., Rojo-mota, G., León, J. M. R. De, Llanero-luque, M., & Puerta-garcía, C. (2011). Rehabilitación cognitiva en el tratamiento de las adicciones, 52(3), 163–172.
- Peterburs, J., Voegler, R., Liepelt, R., Schulze, A., Wilhelm, S., Ocklenburg, S., & Straube, T. (2017). Processing of fair and unfair offers in the ultimatum game under social observation. *Scientific Reports*, 7(March), 44062. <https://doi.org/10.1038/srep44062>
- Phillips, J. a., Holland, M. G., Baldwin, D. D., Meuleveld, L. G., Mueller, K. L., Perkison, B., ... Dreger, M. (2015). Marijuana in the Workplace. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 57(4), 459–475. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000441>
- Picton, T. W., Bentin, S., Berg, P., Donchin, E., Hillyard, S. A., Johnson, R., ... Taylor, M. J. (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria. *Psychophysiology*, 37(2), 127–152. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3720127>
- Platt, B., Kamboj, S., Morgan, C. J. A., & Curran, H. V. (2010). Processing dynamic facial affect in frequent cannabis-users: Evidence of deficits in the speed of identifying emotional expressions. *Drug and Alcohol Dependence*, 112(1–2), 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2010.05.004>
- Polich, J., & Criado, J. R. (2006). Neuropsychology and neuropharmacology of P3a and P3b. *International Journal of Psychophysiology*, 60(2), 172–185. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2005.12.012>
- Pope, H. G., Gruber, A. J., Hudson, J. I., Cohane, G., Huestis, M. A., & Yurgelun-Todd, D. (2003). Early-onset cannabis use and cognitive deficits: What is the nature of the association? *Drug and Alcohol Dependence*, 69(3), 303–310. [https://doi.org/10.1016/S0376-8716\(02\)00334-4](https://doi.org/10.1016/S0376-8716(02)00334-4)
- Pope, H. G., Gruber, A. J., Hudson, J. I., Huestis, M. A., & Yurgelun-Todd, D. (2001). Neuropsychological Performance in Long-term Cannabis Users. *Archives of General Psychiatry*, 58(10), 909. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.58.10.909>
- Ramaekers, J. G., Kauert, G., van Ruitenbeek, P., Theunissen, E. L., Schneider, E., & Moeller, M. R. (2006). High-Potency Marijuana Impairs Executive Function and Inhibitory Motor Control. *Neuropsychopharmacology*, 2296–2303. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1301068>
- Rameson, L. T., & Lieberman, M. D. (2009). Empathy: A Social Cognitive Neuroscience Approach. *Social and Personality Psychology Compass*, 3(1), 94–110. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2008.00154.x>
- Ratcliff, R. P. L. S. (2004). A Comparison of Sequential Sampling Models for Two-Choice Reaction Time. *Growth (Lakeland)*, 23(1), 1–7.
- Reise, S. P., Moore, T. M., Sabb, F. W., Brown, A. K., & London, E. D. (2013). The Barratt Impulsiveness Scale-11: reassessment of its structure in a community sample. *Psychological Assessment*, 25(2), 631–42. <https://doi.org/10.1037/a0032161>
- Ridderinkhof, K. R. (2004). The Role of the Medial Frontal Cortex in Cognitive Control. *Science*, 306(5695),

- 443–447. <https://doi.org/10.1126/science.1100301>
- Rolls, E. T. (2004). The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain and Cognition*, 55(1), 11–29. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00277-X](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00277-X)
- Roser, P., Lissek, S., Tegenthoff, M., Nicolas, V., Juckel, G., & Brüne, M. (2012). Alterations of theory of mind network activation in chronic cannabis users. *Schizophrenia Research*, 139(1–3), 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2012.05.020>
- Russo, P. M., Pascalis, V. De, Varriale, V., & Barratt, E. S. (2008). Impulsivity, intelligence and P300 wave: An empirical study, 69, 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2008.03.008>
- Santamaría-garcía, H. (2013). Understanding the Social Brain Neurocognitive effects of experiencing a Social.
- Sastre, C. B. (2010). *ESTUDIO NEUROPATOLÓGICO Y FUNCIONAL DEL SISTEMA ENDOCANNABINOIDE GLIAL EN PROCESOS NEUROINFLAMATORIOS*. <https://doi.org/ISBN:978-84-693-1123-3>
- Schultz, W. (2004). Neural coding of basic reward terms of animal learning theory, game theory, microeconomics and behavioural ecology. *Current Opinion in Neurobiology*, 14(2), 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2004.03.017>
- Shadlen, M. N., & Kiani, R. (2013). Decision making as a window on cognition. *Neuron*, 80(3), 791–806. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.10.047>
- Shollenbarger, S. G., Price, J., Wieser, J., & Lisdahl, K. (2015). Impact of cannabis use on prefrontal and parietal cortex gyrification and surface area in adolescents and emerging adults. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 16, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.07.004>
- Simons, J. S., Dvorak, R. D., & Lau-barraco, C. (2010). NIH Public Access. *Memory*, 23(2), 315–328. <https://doi.org/10.1037/a0015834.Behavioral>
- Simpson, A. K., & Magid, V. (2016). Cannabis Use Disorder in Adolescence. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 25(3), 431–443. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2016.03.003>
- Sola, S. (2009). Alteraciones a medio y largo plazo en el rendimiento cognitivo y potenciales evocados (p300) en policonsumidores de éxtasis. Retrieved from <https://www.educacion.es/teseo/mostrarRef.do?ref=670503>
- Spronk, D. B., De Bruijn, E. R. A., van Wel, J. H. P., Ramaekers, J. G., & Verkes, R. J. (2011). Acute effects of cocaine and cannabis on response inhibition in humans: an ERP investigation. *Addiction Biology*, 21(6), 1186–1198. <https://doi.org/10.1111/adb.12274>
- Spronk, D. B., Verkes, R. J., Cools, R., Franke, B., Van Wel, J. H. P., Ramaekers, J. G., & De Bruijn, E. R. A. (2016). Opposite effects of cannabis and cocaine on performance monitoring. *European Neuropsychopharmacology*, 26(7), 1127–1139. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2016.03.015>
- Spronk, D., Dumont, G. J. H., Verkes, R. J., & de Bruijn, E. R. A. (2011). Acute effects of delta-9-tetrahydrocannabinol on performance monitoring in healthy volunteers. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 5(September), 59. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2011.00059>
- T, M. R., Spitzer, M., Gr, G., Grothe, J., & Kiefer, M. (2005). Error processing and impulsiveness in normals: Evidence from event-related potentials, 24, 317–325. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.02.003>
- Theunissen, E. L., Kauert, G. F., Toennes, S. W., Moeller, M. R., Sambeth, A., Blanchard, M. M., & Ramaekers, J. G. (2012). Neurophysiological functioning of occasional and heavy cannabis users during THC intoxication. *Psychopharmacology*, 220(2), 341–350. <https://doi.org/10.1007/s00213-011-2479-x>

- Tian, T., Feng, X., Gu, R., Broster, L. S., Feng, C., Wang, L., ... Luo, Y. J. (2015). Modulation of the brain activity in outcome evaluation by the presence of an audience: An electrophysiological investigation. *Brain Research*, 1615, 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.04.040>
- Torres, G., Fiesta, F. (2012). Efectos De La Marihuana En La Cognición : Effects of Marijuana on Cognition : a Review Form the Neurobiological Perspective. *Revista Peruana de Medicina Experimental Y Salud P{ública}*, 29(1), 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2014.04.035>
- Troup, L. J., Bastidas, S., Nguyen, M. T., Andrzejewski, J. A., Bowers, M., & Nomi, J. S. (2016). An event-related potential study on the effects of cannabis on emotion processing. *PLoS ONE*, 11(2), 1–27. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149764>
- Van Tricht, M. J., Harmsen, E. C., Koelman, J. H. T. M., Bour, L. J., van Amelsvoort, T. A., Linszen, D. H., ... Nieman, D. H. (2013). Effects of cannabis use on event related potentials in subjects at ultra high risk for psychosis and healthy controls. *International Journal of Psychophysiology*, 88(2), 149–156. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.03.012>
- Verdejo-garc, A., & Bechara, A. (2009). Un marcador somático de la adicción. *Neuropsychology*, 56(Suppl 1), 48–62. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2635337/>
- Verdejo-Garcia, Orozco-Giménez, M. Meersmans Sánchez-Jofré, F. Aguilar de Arcos, M. P.-G. (2004). Impacto de la gravedad del consumo de drogas sobre distintos componentes de la funci??n ejecutiva. *Revista de Neurologia*, 38(12), 1109–1116.
- Verdejo-Garcia, A. (2006). Funciones ejecutivas y toma de decisiones en drogodependientes: rendimiento neuropsicológico y funcionamiento cerebral, 330. Retrieved from <http://digibug.ugr.es/handle/10481/901>
- Verdejo-Garcia, A. (2014). Social cognition in cocaine addiction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(7), 2406–7. <https://doi.org/10.1073/pnas.1324287111>
- Verweij, K. J. H., Zietsch, B. P., Lynskey, M. T., Medland, S. E., Neale, M. C., Martin, N. G., ... Vink, J. M. (2010). Genetic and environmental influences on cannabis use initiation and problematic use: A meta-analysis of twin studies. *Addiction*, 105(3), 417–430. <https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.2009.02831.x>
- Vidal, F., Hasbroucq, T., Grapperon, J., & Bonnet, M. (2000). Is the “error negativity” specific to errors? *Biological Psychology*, 51(2), 109–128.
- Wahlstrom, L. C. (2014). Feedback-related negativity, decision-making, and college binge drinking. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 74(9–B(E)), No-Specified. Retrieved from http://gateway.proquest.com/openurl?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&res_dat=xri:pqm&rft_dat=xri:pqdiss:3564161%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=psyc11&NEWS=N&AN=2014-99060-597
- Walsh, M. M., & Anderson, J. R. (2011). Modulation of the feedback-related negativity by instruction and experience. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(47), 19048–19053. <https://doi.org/10.1073/pnas.1117189108>
- Wang, G., Shi, J., Chen, N., Xu, L., Li, J., Li, P., ... Lu, L. (2013). Effects of Length of Abstinence on Decision-Making and Craving in Methamphetamine Abusers. *PLoS ONE*, 8(7), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068791>
- Wesley, M. J., Hanlon, C. A., & Porrino, L. J. (2011). Poor decision-making by chronic marijuana users is associated with decreased functional responsiveness to negative consequences. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 191(1), 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2010.10.002>
- Yeung, N., & Nieuwenhuis, S. (2009). Dissociating Response Conflict and Error Likelihood in Anterior Cingulate Cortex. *Journal of Neuroscience*, 29(46), 14506–14510. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3615-09.2009>
- Zhang, D., Gu, R., Broster, L. S., Jiang, Y., Luo, W., Zhang, J., & Luo, Y. (2014). Linking brain electrical

signals elicited by current outcomes with future risk decision-making. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(March), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00084>

Zhao, D., Gu, R., Tang, P., Yang, Q., & Luo, Y. J. (2016). Incidental emotions influence risk preference and outcome evaluation. *Psychophysiology*, 53(10), 1542–1551. <https://doi.org/10.1111/psyp.12694>