UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Análisis de la Toma de Decisiones Guiada Afectivamente en una Versión Modificada de la Tarea de Azar Iowa

Luisa Fernanda Muñoz Tabares

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Psicología

Bogotá, Colombia

2021

Análisis de la Toma de Decisiones Guiada Afectivamente en una Versión Modificada de la Tarea de Azar Iowa

Luisa Fernanda Muñoz Tabares

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Psicología

Director:

Ph.D. Ricardo M. Tamayo

Línea de Investigación:

Cognición Implícita

Grupo de Investigación:

Psicología Experimental y Aplicada

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Psicología

Bogotá, Colombia

2021

Para Sandra, Neil, Sebastian y Julia

Un hombre puede hacer lo que quiere, pero
no elegir lo que quiere

Schopenhauer

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Luisa Fernanda Muñoz Tabares

Fecha 19/08/2021

Fecha

Agradecimientos

En el camino de esta tesis encontré el cariño y apoyo de varios familiares y amigos, por eso en cada letra de esta tesis se encuentran:

Sandra, Neil, Sebatian y Julia: Con su amor y apoyo incondicional.

Ricardo: Con su sabiduría, guía, disposición a escuchar y explicar, pero sobre todo su paciencia.

Monica, Alejandra e Icaro: Con su compañía y conocimientos.

Johanna, Carolina y Jose: Con su compañerismo, conocimientos y palabras de aliento.

A todos ustedes, ¡Gracias!

Resumen

Tradicionalmente se ha considerado que el ser humano toma decisiones primordialmente racionales, sin embargo, los estudios contemporáneos en psicología indican que las emociones influyen implícitamente sobre nuestras elecciones, especialmente en situaciones de incertidumbre. La *Hipótesis del Marcador Somático* es una teoría que explica los mecanismos psicológicos mediante los cuales las emociones influyen en nuestras elecciones. Desde esta perspectiva, los estados fisiológicos subyacentes a las emociones marcan nuestras elecciones como ventajosas o desventajosas en función de las recompensas que se esperan obtener. Los marcadores somáticos implicados en la toma de decisiones se han estudiado principalmente mediante la Tarea de Azar de Iowa (IGT). Sin embargo, parecen existir varias inconsistencias en los resultados de diferentes experimentos realizados con la misma tarea. La literatura sugiere que existen fallas metodológicas en la IGT que cuestionan las explicaciones tradicionales acerca los mecanismos mediante los cuales los marcadores somáticos influyen en las decisiones. Recientemente, han surgido teorías alternas sobre la función de los marcadores somáticos y nuevas versiones de la IGT. El objetivo del presente estudio es evaluar los factores que guían la toma de decisiones en una versión modificada de la IGT, por esto se creó una versión de la IGT basada en la versión propuesta de Cauffman (2010). Once participantes resolvieron la versión modificada que consistía en decidir si apostar o no a la opción ofrecida por el sistema. Durante la ejecución de la tarea se evaluaron tipos de variables dependientes: la respuesta emocional expresada a través de marcadores somáticos medidos como la respuesta de conductancia de la piel; la respuesta conductual expresada a través de la frecuencia de elecciones y el puntaje neto; y el conocimiento explícito de la tarea evaluado a través de un cuestionario. Los resultados mostraron que los marcadores

somáticos guían la toma de decisiones. La intensidad de la respuesta emocional se relacionó con la elección realizada por los participantes y no con la opción más ventajosa. Adicionalmente, los marcadores somáticos actuaron en forma de alarma o incentivo según la respuesta emitida por los participantes. Los hallazgos sugieren que no existe un solo factor que active los marcadores somáticos y guíe la toma de decisiones. Por consiguiente, la actividad del marcador somático depende de la silencia contextual de un factor para generar mayor respuesta emocional.

Palabras clave: Toma de decisiones bajo incertidumbre, emoción, marcador somático, Iowa Gambling Task.

Abstract

Traditionally it has been considered that human beings make primarily rational decisions; however, contemporary studies in psychology indicate that emotions implicitly influence our choices, especially in situations of uncertainty. The *Somatic Marker Hypothesis* is a theory that explains the psychological mechanisms by which emotions influence our choices. From this perspective, the physiological states underlying emotions mark our choices as advantageous or disadvantageous depending on the expected rewards to be obtained. Somatic markers involved in decision making have been studied primarily using the Iowa Gambling Task (IGT). However, there appear to be several inconsistencies in the results of different experiments conducted with the same task. The literature suggests that there are methodological flaws in the IGT that challenge traditional explanations of the mechanisms by which somatic markers influence decisions. Recently, alternative theories about the role of somatic markers and new versions of IGT have emerged. The aim of the present study is to assess the factors that guide decision making in a modified version of the IGT, for this a version of the IGT was created based on the proposed Cauffman´s version (2010). Eleven participants solved the modified version that consisted of deciding whether or not to bet on the option offered by the system. During the execution of the task, types of dependent variables were assessed: emotional response expressed through somatic markers measured as skin conductance response; behavioral response expressed through choice frequency and net score; and explicit knowledge of the task assessed through a questionnaire. Results showed that somatic markers guide decision making. The intensity of the emotional response was related to the choice made by the participants and not to the most

advantageous option. Additionally, somatic markers acted in the form of alarm or incentive depending on the response emitted by the participants. The findings suggest that there is no single factor that activates somatic markers and guides decision making. Therefore, somatic marker activity depends on contextual silencing of a factor to generate further emotional response.

Keywords: Decision making under uncertainty, emotion, somatic marker, Iowa Gambling Task.

Contenido

Pág.

1. Marco teórico 5
1.1 Hipótesis del Marcador Somático 6
1.1.1 Respuesta de conductancia de la piel 9
1.2 Iowa Gambling Task (IGT) 12
1.3 Evidencia a favor del marcador somático 15
1.4 Hipótesis alternas sobre la función de los marcadores somáticos 18
1.4.1 Marcadores somáticos: un indicador de la magnitud de las recompensas 19
1.4.2 Marcadores somáticos: mecanismo atencional ante consecuencias inciertas 22
1.4.3 Inconsistencias metodológicas 24
1.4.4 Versiones alternativas de la IGT 26

2. Método 31
2.1 Participantes 32
2.2 Instrumentos 32
2.3 Procedimiento 35
2.3.1 Evaluación de la toma de decisiones 35
2.3.2 Evaluación de la SCR 36
2.3.3 Medición del conocimiento explícito de la Tarea 36

3. Resultados 39
3.1 Análisis de la respuesta emocional 39
3.1.1 Análisis de los marcadores somáticos 40
3.1.2 Análisis de las SCR reactivas 42
3.2 Análisis respuesta conductual 44
3.2.1 Frecuencia de elección 44
3.2.2 Análisis del Puntaje Neto 45
3.2.3 Análisis del Porcentaje de elecciones ventajosas y desventajosas 47
3.3 Conocimiento explícito 49
3.4 Factores relacionados con la toma de decisiones 50

4. Discusión 53
4.1 Función de los marcadores somáticos en la IGT-M 54
4.2 Factores que intervienen la toma de decisiones en la IGT-M 59
4.3 Limitaciones 61

4.4 Conclusiones 62

5. Anexos 65

5.1 Anexo A: Instrucciones presentadas al participante 65

5.2 Anexo B: Cuestionario conocimiento explícito 67

6. Bibliografía 71

Lista de figuras

Pág.

Figura 1-1 ..... **21**

Figura 2-1 ..... **33**

Figura 3-1 ..... **40**

Figura 3-2 ..... **41**

Figura 3-3 ..... **42**

Figura 3-4 ..... **44**

Figura 3-5 ..... **46**

Figura 3-6 ..... **48**

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1-1 ..... **13**

Tabla 2-1 ..... **36**

Tabla 3-1 ..... **43**

Tabla 3-2 ..... **45**

Tabla 3-3 ..... **49**

Tabla 3-4 ..... **51**

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviatura	**Término**
CPFVm	Corteza prefrontal ventromedial
CPFDL	Corteza prefrontal dorsolateral
EDA	Actividad electro dérmica
IGT	Iowa gambling task
IGT-Y	Iowa gambling task version Yen
SCR	Respuesta de conductancia de la piel
SNA	Sistema nervioso autónomo

Introducción

Las emociones pueden influir notablemente sobre nuestras decisiones. Pero, el grado de participación de las emociones en las decisiones suele depender de la cantidad y precisión de la información disponible sobre los resultados de un curso de acción. Cuando hay certeza sobre las consecuencias de una acción, las decisiones pueden excluir las emociones; pero ante considerable incertidumbre, las emociones pueden jugar un papel fundamental en la toma de decisiones. De hecho, investigaciones previas han mostrado que cuando se desconocen los posibles resultados de una decisión, las emociones pueden guiar implícitamente el proceso de elección (Bechara, Damasio A., Damasio H. & Anderson, 1994; Bechara, Damasio, Tranel, Damasio, 2005; Konstantinidis & Shanks, 2014; Merigó, 2015).

La Hipótesis del Marcador Somático es una de las teorías más avanzadas que explica los mecanismos por medio de los cuales las emociones pueden guiar las decisiones en situaciones de incertidumbre (Bechara, Damasio, H., Tranel, & Damasio, 1997; Dunn, Dalgleish & Lawrence, 2006; Brevers, Bechara, Cleeremans, & Noël, 2013; Chiu, Huang, Duann, & Lin, 2018). Esta teoría sugiere que los estados fisiológicos subyacentes a las emociones guían las elecciones y predicen implícitamente las consecuencias de las decisiones en función del valor esperado de las opciones de respuesta (Bechara et al., 1994; Bechara et al., 1997; Bechara & Damasio, 2005). Por ejemplo, si al comprar un producto, uno debe escoger entre diferentes marcas, la teoría sugiere que el cerebro de personas sanas activa automáticamente una serie de respuestas fisiológicas que permiten seleccionar una marca asociada a las alternativas que generan mayor bienestar. Es decir, el “mejor” producto. Dentro de la teoría, estas respuestas fisiológicas se conocen como marcadores somáticos.

La Tarea de Azar de Iowa (IGT, por sus siglas en inglés: Iowa Gambling Task), es la tarea experimental más importante alrededor de la cual se ha generado evidencia científica sobre los mecanismos que generan y modulan los marcadores somáticos en el laboratorio (Dunn, Dalgleish & Lawrence, 2006; Areias, Paixão & Figueira, 2013; Simonovic, Stupple, Gale & Sheffield, 2019). La IGT es una tarea de elección serial en la que se miden simultáneamente las decisiones y la respuesta galvánica de piel. Las decisiones se evalúan a partir de la respuesta conductual, es decir, el número de veces que se opta por una opción. Además, la IGT explora en qué medida las elecciones realizadas son producto del conocimiento explícito, es decir, el conocimiento consciente y reportable sobre las reglas que gobiernan la tarea (Maia & McClelland, 2004).

La estructura de la IGT permite evaluar la influencia de factores adicionales cómo los programas de pago en la toma de decisiones. Los cuales dependen de los valores y frecuencias de las ganancias y pérdidas. En este contexto la frecuencia de ganancias y pérdidas representa el número de veces que se adquiere o pierde dinero como resultado de una elección.

Aunque varios estudios sugieren que la IGT permite estudiar la influencia de factores clave en las decisiones (tales como los efectos de la frecuencia de las ganancias y las pérdidas), esta tarea también presenta dificultades en la interpretación de sus resultados. Por ejemplo, un metaanálisis reciente señaló que la evidencia proveniente de la IGT conlleva amplias variaciones metodológicas y procedimentales, que interfieren con la validez de las conclusiones sugeridas por la Hipótesis del Marcador Somático (Simonovic, Stupple, Gale & Sheffield, 2019). Todo lo anterior ha promovido teorías alternas sobre la función de las emociones en la toma de decisiones (Tomb, Hauser, Deldin & Caramazza, 2002; Davis, Love & Maddox, 2009).

Por ejemplo, para solucionar varias críticas realizadas a la tarea tradicional, Peter & Slovic (2000) desarrollaron una versión alternativa de la IGT. En esta versión la decisión del participante consiste en jugar o pasar la carta que el sistema le indica.

No obstante, los valores y frecuencias de las ganancias y pérdidas de esta tarea alternativa no son equivalentes a los de la tarea tradicional. En consecuencia, Cauffman (2010), utilizó la estructura de la versión creada por Peter & Slovic, pero adaptó los valores y las frecuencias de las ganancias y pérdidas, para que fueran equivalentes a los valores utilizados en la tarea tradicional. Utilizando esta nueva versión, Cauffman evaluó la toma de decisiones en diferentes etapas del desarrollo humano. Sin embargo, no evaluó los marcadores somáticos, por lo cual, actualmente se desconoce si los individuos que ejecutan esta versión de la tarea deciden en virtud de señales somáticas implícitas emocionales o no.

El objetivo central de esta tesis es proponer un procedimiento para medir los marcadores somáticos en la versión de la IGT optimizada por Cauffmann. Esto con el propósito de analizar el perfil fisiológico de las decisiones. Partiendo del presupuesto ampliamente aceptado según el cual los marcadores somáticos guían la toma de decisiones, en esta tesis investigo los factores que guían la toma de decisiones en una tarea modificada de la IGT. En especial, tengo en cuenta tres factores para estudiar el perfil de la toma de decisiones: 1) la actividad fisiológica relacionada con la emoción (marcadores somáticos y SCR reactivas posteriores a las ganancias y las pérdidas), 2) la respuesta conductual, y 3) el conocimiento explícito sobre la tarea. También realizo un análisis adicional para explorar si el pago por participación es un factor motivacional que modula el comportamiento en la IGT-M.

En la siguiente sección presentaré el contexto teórico y empírico que enmarca la relación entre las emociones y la toma de decisiones. Para ello, describiré el lugar que ocupa esta tesis dentro del contexto de la taxonomía de la toma de decisiones, prestando especial atención a los conceptos que vinculan a las emociones con la toma de decisiones.

Posteriormente, explicaré los fundamentos de la Hipótesis del Marcador Somático. En esta sección explicaré la estructura de la IGT, las medidas que utiliza y su

función paradigmática como la tarea más utilizada para evaluar de la toma de decisiones en el laboratorio.

Finalmente, presentaré evidencia clave que corrobora y refuta la Hipótesis del Marcador Somático. Todo esto con el propósito último de investigar si los marcadores somáticos modulan la toma de decisiones en la versión modificada por Caufmann (2010) de la IGT, y los factores relacionados con los cambios metodológicos que afectan el proceso de toma de decisiones en esta versión de la tarea.

1. Marco teórico

El cerebro es proactivo y constantemente genera predicciones y simulaciones relevantes del futuro, para lo cual, la experiencia previa y la memoria son esenciales (Schacter, Addis & Buckner, 2008; Szpunar, 2010; Kutas et al., 2011; Schacter, et al., 2012; Schacter, Benoit, De Brigard, & Szpunar, 2015). La toma de decisiones depende constantemente de estas predicciones y simulaciones. Cuando no hay señales ambientales o experiencias previas que permitan predecir los resultados posibles de nuestras decisiones, el cerebro utiliza información emocional implícita para generar simulaciones (Bechara et al., 1994; Bechara et al., 1997).

Dependiendo de la cantidad y la calidad de la información disponible, la psicología propone tres categorías para clasificar las decisiones: (a) toma de decisiones bajo certeza, (b) toma de decisiones bajo riesgo y (c) toma de decisiones bajo incertidumbre (Bechara et al., 1994; Bechara et al., 2005; Konstantinidis & Shanks, 2014; Merigó, 2015). La toma de decisiones bajo *certeza* ocurre cuando hay información completa y disponible en el ambiente sobre los posibles resultados de una decisión. Por ejemplo, si usted va a comprar un producto y al llegar a la tienda debe seleccionar entre tres marcas que ya ha utilizado, usted seleccionará el producto de la marca que se ajusta mejor a sus preferencias y necesidades.

La toma de decisiones bajo *riesgo* sucede cuando se conocen los posibles resultados, pero existe un bajo nivel de información disponible sobre las probabilidades de ocurrencia de cada resultado, por lo cual la predicción es incierta (Bechara, A. 2003; Brand, Recknor, Grabenhorst & Bechara, 2007; Kerzner, 2009; Heilman et al., 2010; Merigó, 2015). Por ejemplo, las personas que realizan inversiones en la bolsa de valores utilizan estrategias o algoritmos que les ayudan a predecir cual será la mejor inversión. Sin embargo, dicha inversión siempre tendrá un rango de riesgo que puede conllevar a pérdidas.

La toma de decisiones bajo *incertidumbre* sucede en un contexto en el que no existe información previa sobre las opciones de respuesta o su probabilidad de ocurrencia, por lo tanto, se basa primordialmente en el conocimiento implícito de carácter emocional (Bechara, Damasio A., Damasio H. & Anderson, 1994; Bechara. Damasio, Tranel, Damasio, 2005; Kerzner, 2009; Konstantinidis & Shanks, 2014; Merigó, 2015). La presente investigación se enfoca en la toma de decisiones bajo incertidumbre. En la siguiente sección se aborda la Hipótesis del Marcador Somático, la cual es crucial para comprender el rol de la emoción en la toma de decisiones.

1.1 Hipótesis del Marcador Somático

La Hipótesis del *Marcador Somático* parte de un marco neuroanatómico inspirado por las ideas de Aristóteles y William James sobre las emociones (Muñoz, 2017). Desde la perspectiva aristotélica, las emociones son entendidas como cambios fisiológicos cuyas sensaciones son "placer" o "dolor" (Muñoz 2017). Desde la perspectiva de James, las respuestas somáticas (i.e., tasa cardíaca o tasa respiratoria), asociadas con estímulos biológicamente relevantes, son necesarias para experimentar emociones (Reimann & Bechara, 2010). Por lo tanto, la emoción implica una etiqueta que se otorga al conjunto de reacciones somáticas y corporales provocados por un evento (Bechara & Damasio, 2005).

Posteriormente, Damasio (1994) extendió la idea de la influencia de los estados somáticos en las emociones, para explicar cómo el ser humano opta por una elección, creando así uno de los modelos explicativos más influyentes acerca de la interacción entre la emoción y la toma de decisiones. Según este modelo, las expectativas sobre las consecuencias de una decisión activan respuestas somáticas (i.e., tasa cardíaca, sudoración, etc.) que señalan y ayudan a determinar las elecciones futuras (Bechara et al., 1994; Bechara et al., 1997; Bechara et al., 1999). La Hipótesis de Marcador Somático ha sido aplicada a decisiones bajo incertidumbre porque que en estas situaciones el organismo no tiene conocimiento preciso sobre las consecuencias de las opciones de respuesta, en cuyo caso, el individuo optaría por una decisión basándose en los estados somáticos (emociones) asociados con cada opción de respuesta.

El marco neuroanatómico y cognitivo sobre el que se basa la Hipótesis del Marcador Somático también asume una distinción clara entre la emoción y los sentimientos. La *emoción* se entiende como el conjunto de reacciones cerebrales y somáticas moduladas por el sistema nervioso central (Bechara & Damasio, 2005). Según este modelo, la respuesta somática producida por la emoción es resultado de la historia evolutiva que facilita que el cuerpo se adapte a eventos ambientales cambiantes (Izard, 1989; Kalat & Shiota, 2011). Cuando se produce una emoción, se desencadena un patrón de actividad en regiones cerebrales, que inicia en la amígdala y se extiende a regiones como el cíngulo anterior, el tronco encefálico y las cortezas somatosensoriales (Damasio, 2018). Posteriormente, se forma una representación estable en la que se asocia el patrón de respuestas somáticas evocadas, con los eventos y estímulos presentes. Dicha representación constituye un *sentimiento* (Bechara & Damasio, 2005). La principal diferencia entre emoción y sentimiento radica en que la emoción es una reacción automática, mientras que el sentimiento es la representación resultante de la relación entre la emoción y los eventos inductores (Damasio, 2010; Pereira Restrepo, 2019).

Desde esta perspectiva, las emociones se desencadenan por inductores primarios o secundarios. Un inductor *primario* se presenta ante un estímulo o evento que desencadena una respuesta somática innata o aprendida, cuyo estado final es la sensación de placer o aversión (Bechara & Damasio, 2005). Por el contrario, un inductor *secundario* es un recuerdo o un evento hipotético ligado a un inductor primario que desencadena una respuesta somática (Bechara & Damasio, 2005). Por ejemplo, recibir la noticia de haber ganado la lotería es un inductor primario aprendido. Imaginar o recordar haber ganado la lotería es un inductor secundario.

Más específicamente, dentro de la teoría, los marcadores somáticos son cambios registrados a nivel somático (i. e., frecuencia cardíaca, presión arterial, movimientos intestinales, secreción glandular) producto de un inductor secundario (Bechara & Damasio, 2005; Bechara, Damasio, Tranel, & Damasio, (2005). Durante el

proceso de reflexión sobre las decisiones, el cerebro genera varias predicciones de los posibles resultados a largo plazo. Los marcadores somáticos, ayudan a *indicar* si las posibles elecciones son ventajosas o desventajosas, en función de esas predicciones de los resultados posibles. (Bechara et al., 1994; Bechara & Damasio, 2005). La representación mental de cada resultado se relaciona con un marcador somático. Dado que se pueden activar simultáneamente marcadores somáticos contradictorios, solo predominaría la señal somática más fuerte (Reimann & Bechara, 2010). Por lo tanto, el marcador somático predominante influirá en la toma de decisiones anticipando un posible incentivo o riesgo según las opciones de respuesta (Bechara et al., 2005).

Las primeras evidencias a favor de la Hipótesis de Marcador Somático surgen de estudios con pacientes que sufren daño en la *corteza prefrontal ventro-medial* (CPFVm), quienes suelen tener dificultades para planificar actividades y tomar decisiones. Por ejemplo, se equivocan al invertir recursos económicos, seleccionar amigos, socios y actividades. Debido a ello, constantemente sus decisiones generan pérdidas en el ámbito económico, social y familiar (Bechara & Damasio, 2005). Aunque varios estudios demuestran que estos pacientes se desempeñan bien en tareas de memoria, atención y flexibilidad cognitiva, fallan al expresar emociones y experimentar sentimientos (Damasio et al., 1990; Damasio et al., 1991; Saver & Damasio, 1991). Estas fallas en el procesamiento emocional aparentemente se correlacionan con dificultades para planear y tomar decisiones.

La Hipótesis de Marcador Somático propone dos áreas neuroanatómicas claves que participan en el proceso de formación de los marcadores somáticos: la CPFVm y la *corteza prefrontal dorsolateral* (CPFDL). Se sabe que la CPFVm recibe información de todas las entradas sensoriales y es la única estructura prefrontal que posee conexiones bidireccionales con el hipocampo y la amígdala, encargadas del procesamiento emocional (Barbas, 2000). Por lo tanto, se ha inferido teóricamente que esta área se encarga de integrar los marcadores somáticos, facilitando así su posterior reactivación (Bechara, et al., 1994; Turnbull et al., 2014; Poppa & Bechara; 2018).

Por otro lado, la CPFDL está crucialmente implicada en la integración de la memoria de trabajo y los procesos motivacionales. En el caso de la toma de decisiones, esta área se encarga de aportar información emocional que ha sido previamente consolidada (Damasio, 1994). Gracias a la participación de estas áreas, el cerebro puede consolidar la información del exterior, asociarla con cambios fisiológicos y activar los patrones somáticos que predicen los resultados para retroalimentar las decisiones.

En resumen, la Hipótesis del Marcador Somático propone una explicación sobre (1) cómo las señales fisiológicas automáticas anticipan las consecuencias de las decisiones en situaciones de incertidumbre y (2) cómo interactúa la CPFVm con la CPFDL para predecir las posibles consecuencias de una decisión. Sin embargo, esta explicación es incompleta porque no aclara el motivo para considerar que los marcadores somáticos son implícitos. Por lo tanto, en la siguiente sección describo en detalle uno de los marcadores somáticos más estudiados: la respuesta de conductancia de la piel. Explicaré sus componentes fisiológicos, y cómo las personas atribuyen implícita y automáticamente valores emocionales a las posibles alternativas de respuesta al momento de tomar decisiones.

1.1.1 Respuesta de conductancia de la piel

Varios estudios muestran que el sistema nervioso autónomo (SNA) modifica su actividad en función de la experiencia emocional (Nasoz, Alvarez, Lisetti & Finkelstein, 2004; Posner, Russell & Peterson, 2005). Una de las medidas más utilizadas para determinar la actividad simpática es la actividad electrodérmica (EDA por sus siglas en inglés). Existen diferentes tipos de EDA, la más conocida es la conductancia de la piel debido a que es fácil de medir y permite determinar cambios en el flujo eléctrico de la piel producto de la sudoración ecrina, ésta a su vez resulta de la actividad de las glándulas sudoríparas (Greco, Valenza & Scilingo, 2016).

La conductancia se mide aplicando voltaje a través de dos electrodos, calculando la corriente que fluye entre éstos. La amplitud de la corriente corresponde a la conductancia de la piel (Senior, Russell, Gazzaniga & Raessens, 2006), considerada un indicador de la intensidad de la respuesta emocional: a mayor respuesta emocional, mayor es la amplitud de la corriente de la conductancia de la piel (Ogorevc, Geršak, Novak & Drnovšek, 2013).

A su vez, la conductancia de la piel se divide en tónica y fásica. La conductancia *tónica*, es el cambio en el flujo eléctrico de la piel que no se relaciona con la presencia de algún estímulo. Esta medida se utiliza para evaluar los estados fisiológicos y los sentimientos subjetivos (Senior, Russell, Gazzaniga & Raessens, 2006). Por otra parte, la conductancia de piel *fásica* se refiere al cambio en la conductancia de la piel, causado por un estímulo (Senior, Russell, Gazzaniga & Raessens, 2006). Esta es una respuesta transitoria que ocurre entre 1 y 5 segundos antes y después de un estímulo (Greco, Valenza, & Scilingo, 2016). La conductancia de piel fásica es evaluada a partir de la amplitud de la señal eléctrica resultante, medida en micro siemens (μ). En la literatura la conductancia de piel fásica también se denomina: "respuesta galvánica de la piel" o "*respuesta de conductancia de la piel*" (SCR por sus siglas en inglés). Dado que existen varias denominaciones, para prevenir confusión, de aquí en adelante me referiré a la conductancia de piel fásica como SCR.

La SCR es una medida fisiológica ampliamente utilizada en los estudios de toma de decisiones (Bechara et al., 1994; Werner, Duschek, & Schandry, 2009; Davis, Love & Maddox, 2009; Wright, Rakow & Russo, 2017). Tradicionalmente se ha utilizado la SCR cómo un indicador del marcador somático, ya que se presenta de forma automática, es producto de una reacción emocional e indica la intensidad de la emoción experimentada (Ogorevc, Geršak, Novak & Drnovšek, 2013; Greco, Valenza, & Scilingo, 2016; Xu, & Huang, 2020). Damasio (1994) fue el primero en utilizar esta medida para evaluar la presencia de marcadores somáticos en la toma de decisiones.

Posteriormente, se realizaron varios estudios que estandarizaron la medición de la SCR como referente primordial del marcador somático.

Otros estudios descriptivos también utilizan la SCR para evaluar las diferencias individuales ante las ganancias y pérdidas (Lole, Gonsalvez, Blaszczynski, & Clarke, 2012; Agren, et al., 2019). Sin embargo, son pocos los estudios que se centran en este fenómeno. Dichos estudios reportan que la magnitud de las ganancias se relaciona con amplitudes altas de SCR, es decir, altas ganancias generan SCR de alta amplitud y bajas ganancias generan SCR de baja amplitud. En contraste las pérdidas no generan este patrón (Lole, Gonsalvez, Blaszczynski, & Clarke, 2012).

Partiendo de estudios descriptivos tradicionales sobre la toma de decisiones, en la presente tesis la SCR es crucial porque se utiliza para medir el marcador somático y analizar las respuestas ante las ganancias y pérdidas. De esta forma se evaluará cómo la emoción influye en la toma de decisiones de los participantes.

Hasta ahora abordé la Hipótesis del Marcador Somático como la principal teoría integradora entre la emoción y la toma de decisiones, expliqué la influencia de la emoción, a partir de respuestas fisiológicas que intervienen en modo de alarma o incentivo, en el proceso de la toma de decisiones. Adicionalmente, expuse dos regiones cerebrales importantes en el proceso de toma de decisiones guiadas por la emoción: la CPFVm y la CPFDL. Estas áreas teóricamente se encargan de aportar información emocional e integrar los marcadores somáticos. Finalmente, presenté la SCR caracterizándola como un indicador del marcador somático. A continuación, describo en detalle la tarea experimental IGT, esta tarea ha sido la más utilizada para evaluar la toma de decisiones bajo incertidumbre. La siguiente sección se concentrará en explicar su estructura y las medidas más utilizadas a lo largo de esta tesis.

1.2 Iowa Gambling Task (IGT)

Como se sugirió en la introducción, gran parte de la evidencia a favor de la Hipótesis de Marcador Somático proviene de los experimentos de Antonio Damasio, quien evaluó las decisiones de pacientes con daño en la CPFVm por medio de la IGT. Esta tarea experimental simula la toma de decisiones bajo incertidumbre en la vida real (Bechara et al., 1994; Brevers, Bechara, Cleeremans & Noël, 2013). Durante la ejecución de la tarea, se presentan al participante cuatro barajas. Cada carta de cada baraja puede conducir a ganancias y/o pérdidas. El objetivo de la tarea es ganar la mayor cantidad de dinero posible en un máximo de 100 elecciones secuenciales. Mientras se realiza la tarea, el participante desconoce las probabilidades de ganar o perder asociadas a cada opción de respuesta, experimentando así ganancias y pérdidas en un contexto de incertidumbre (Bechara et al., 1994; Bechara Damasio, Damasio & Lee, 1999).

En la Tabla 1-1, presento una descripción de cinco variables clave que influyen sobre las ganancias: 1) la probabilidad de ganancia, 2) la probabilidad de pérdida, 3) el valor de la ganancia, 4) el valor de la pérdida y 5) el valor esperado (este último entendido como el valor que se espera obtener a largo plazo según las opciones de respuesta). En la tabla 1-1, se presentan los porcentajes calculados cada 10 elecciones. Por ejemplo, si una persona selecciona 10 veces la baraja B, 1 carta presentará perdidas. Las barajas A y B poseen altas ganancias inmediatas ($ 100) y altas perdidas ($ 1250), lo que implica que a largo plazo, elegir estas barajas conlleva pérdidas ($ -250). En contraste, las barajas C y D poseen bajas ganancias inmediatas ($ 50) y bajas perdidas ($ 250), lo que implica que a largo plazo elegir estas barajas conlleva a ganancias ($ +250). Por lo tanto, la mejor estrategia en esta tarea es elegir las barajas C y D.

La IGT evalúa la toma de decisiones a partir de tres medidas: la respuesta conductual, la amplitud de los marcadores somáticos y el conocimiento explícito de la tarea. La respuesta conductual se mide a partir de: la frecuencia de elección de cada

baraja y el puntaje neto. La frecuencia de elección considera el número de veces que se selecciona una baraja, mientras que el puntaje neto es una medida del desempeño general en toda la tarea (Bechara et al., 1994). El puntaje neto se estima de la siguiente forma:

(total de elecciones baraja C + total de elecciones baraja D) – (total de elecciones baraja A + total de elecciones baraja B).

Tabla 1-1:

Características de la IGT: proporciones entre ganancias y pérdidas de diferentes barajas.

Variable de pago	Baraja			
	A	B	C	D
Probabilidad de ganancias	50%	90%	50%	90%
Probabilidad de perdidas	50%	10%	50%	10%
Valor de la ganancia	100	100	50	50
Valor de la pérdida	150, 200, 250, 300, 350	1250	50, 50, 50, 50, 50	250
Valor esperado	-250	-250	+250	+250

Nota. Características de la IGT. Adaptado de: "Insensitivity to future consequences following damage to human prefr*ontal", por Bechara, Damasio, Damasio y Anderson, 1994, Cognition 50 (1-3).*

Los marcadores somáticos se miden a partir de cualquier respuesta visceral (como se mencionó anteriormente la más conocida es la SCR). Dicha medida se enfoca en la amplitud de las SCR activadas en un rango de 3 a 5 segundos antes de seleccionar una opción.

Adicionalmente, también se evalúa el conocimiento explícito adquirido a lo largo de la tarea. En la tarea original (Bechara et al., 1994), este componente se evaluó cada 20 elecciones mediante preguntas abiertas: "dime todo lo que sabes sobre lo que está pasando en el juego" y "cuéntame cómo te sientes acerca de este juego". En los

estudios posteriores se modificaron las preguntas y el momento en el que se presentan (i.e. Maia & McClelland, 2004; Pace-Schott, Nave, Morgan, & Spencer, 2012). Sin embargo, no existe una metodología estándar para evaluar el componente explícito en la toma de decisiones bajo incertidumbre. En la presente tesis opté por utilizar un cuestionario más detallado que el originalmente propuesto por Damasio, presentándolo al final de la tarea para describir el conocimiento explícito sobre las reglas de la tarea en tres categorías: conocimiento general de las reglas, conocimiento específico de las reglas, y conocimiento sobre las decisiones realizadas (auto ejecución en la tarea). Puede observarse que los cuestionarios tradicionales evaluaban el conocimiento explícito mediante preguntas abiertas. El problema de dichos cuestionarios es que los participantes en ocasiones no identifican todo el conocimiento que tienen sobre la tarea (Cleeremans, Destrebecqz & Boyer, 1998; Shanks & St. John, 1994; Maia & McClelland, 2004). Por lo cual, el cuestionario utilizado en el presente estudio posee preguntas cerradas con múltiples opciones de respuesta, lo cual permite evaluar directamente el conocimiento de las reglas de la tarea.

En resumen, hasta ahora he explicado (1) los conceptos básicos que subyacen a la Hipótesis de Marcador Somático como sustento de decisiones tomadas en situaciones de incertidumbre y (2) el lenguaje técnico que describe la Tarea de Azar de Iowa. Por ejemplo, describí las cuatro barajas que componen el instrumento, sus valores y frecuencias de ganancias y pérdidas. Además, expliqué las medidas utilizadas por los investigadores para evaluar la toma de decisiones: la SCR, el puntaje neto y el conocimiento explícito de la tarea.

La pregunta esencial es si la evidencia disponible apoya o no la Hipótesis del Marcador Somático. Por lo tanto, en la siguiente sección explicaré el experimento fundacional que proporcionó evidencia sobre la función de los marcadores somáticos en la IGT, posteriormente expondré los estudios que corroboran la Hipótesis del Marcador Somático (Werner y cols., 2009) y aportan información sobre el rol de la conciencia interoceptiva en la toma de decisiones. Finalmente expondré un

experimento clave que confirma que los marcadores somáticos informan sobre el carácter desventajoso de la decisión (Wright, 2017).

1.3 Evidencia a favor del marcador somático

Utilizando la IGT, Bechara y colaboradores (1994) realizaron un experimento fundacional en el cual se comparó el desempeño de pacientes con lesiones en la CPFVm (grupo experimental) versus personas sanas (sin lesiones, grupo control). Durante la ejecución de la tarea se midió la SCR y se evaluó el conocimiento explícito adquirido posteriormente. Los participantes del grupo control seleccionaron inicialmente cartas de las barajas desventajosas, pero a medida que avanzaban en la tarea modificaron su estrategia, seleccionando al final de la tarea mayoritariamente las barajas ventajosas. Luego del primer bloque compuesto por 10 elecciones, se presentaron picos en la SCR, en un rango de 5 segundos previos a la elección de cartas pertenecientes a barajas desventajosas. En la evaluación explícita de la tarea, los participantes del grupo control reportaron palabras relacionadas con emociones ("siento que", "intuyo que", "tengo la corazonada de que sucede esto") para explicar lo que sucedía en la tarea.

En contraste, los pacientes del grupo experimental persistieron en seleccionar barajas desventajosas a lo largo de todos los bloques, no presentaron picos en la SCR, ni utilizaron palabras relacionadas con las emociones en el reporte explícito de la tarea (Bechara et al., 1994). A partir de este experimento, se empezó a sugerir que la actividad fisiológica relacionada con las emociones es importante en el proceso de toma de decisiones (Bechara et al., 1994). Específicamente, se propuso que los picos en la SCR funcionan como marcadores somáticos que alertan al individuo del valor negativo de la baraja seleccionada. Teóricamente, la función de dicho marcador radica en la capacidad del cerebro de estimar a largo plazo el valor esperado. Sin embargo, como se verá en la sección "Hipótesis alternas sobre la función de los marcadores somáticos", esta idea se ha discutido ampliamente.

Varios estudios corroboran la Hipótesis de Marcador Somático utilizando la misma versión de la IGT, pero analizando diferencias individuales. Por ejemplo, Werner, Duschek y Schandry (2009) razonaron que personas con altos niveles de precisión en su conciencia interoceptiva (percepción consciente de los cambios de estados corporales) deberían tomar decisiones más ventajosas que personas con baja conciencia interoceptiva. Este experimento fue realizado en dos momentos. En el primer momento, los participantes debían estimar sus pulsaciones cardíacas. Según la precisión de este reporte, eran clasificados con percepción cardíaca alta o con percepción cardíaca baja. En un segundo momento, los participantes desarrollaron una versión computarizada de la IGT.

Acorde con la Hipótesis del Marcador Somático, los resultados mostraron que participantes con alta percepción cardíaca presentaron mejor desempeño que participantes con baja percepción cardíaca. Los resultados de este experimento fueron coherentes con la Hipótesis del Marcador Somático porque las personas que percibieron mejor su actividad fisiológica (tasa cardíaca) integraron adecuadamente esta información somática para tomar mejores decisiones en la IGT.

Werner et al. (2013) realizaron un experimento similar, adaptado para registrar imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI por sus siglas en ingles), e invirtiendo el orden del procedimiento: primero todos los participantes resolvieron la IGT y posteriormente los participantes se clasificaron según la precisión de su conciencia interoceptiva. Los resultados mostraron que: (a) la intensidad en la actividad de la ínsula derecha[1] fue más alta para los participantes con una conciencia interoceptiva precisa y (b) la actividad de la ínsula anterior derecha de estos participantes aumentó antes de elegir barajas desventajosas. Estos resultados

[1]La ínsula es una estructura de la corteza cerebral, que forma parte del sistema paralimbico, siendo un área de conexión entre el sistema límbico y el neocortex. Desde la propuesta de Damasio, la ínsula almacena las representaciones de los estados somáticos y posteriormente, dichos estados son recuperadas por la CPFVm (Damasio, 1994; Guenot, Isnard, & Sindou, 2004; Purves et al., 2004).

claramente apoyan la propuesta de Damasio (1994) porque, además de replicar conceptualmente el estudio original, informan sobre la función de la ínsula anterior derecha en la representación de los marcadores somáticos.

Adicionalmente, Wright, Rakow y Russo (2017), realizaron un estudio en el cual se modificó la instrucción de la tarea: el grupo control resolvió la versión tradicional, pero a los participantes del grupo experimental se les solicitó explícitamente perder la mayor cantidad de dinero posible. Durante la ejecución de la tarea se registró simultáneamente la SCR. Los resultados mostraron que los participantes del grupo experimental desarrollaron SCR de mayor amplitud 5 segundos antes de elegir las barajas C y D (que se caracterizan por generar mayores ganancias). Los resultados de este experimento fueron consistentes con la Hipótesis de Marcador Somático porque las SCR de mayor amplitud (presentadas antes de elegir las barajas C y D), informaban del carácter desventajoso de dichas barajas a pesar de que las instrucciones eran inversas. Esto indicaría que los marcadores somáticos presentan una baja correlación con el conocimiento o instrucciones explícitas.

En resumen, existe considerable evidencia a favor de la Hipótesis de Marcador Somático desde el primer estudio de Damasio, en el cual se estableció que las emociones actúan como alertas o incentivos en función del valor esperado de las pérdidas o ganancias (Bechara et al.,1994). Esta evidencia ha sido suplementada al estudiar el papel de la conciencia interoceptiva en la calidad de las decisiones tomadas (Werner, 2009; 2013) y también al confirmar la función de los marcadores somáticos propuesta por la teoría, esto es, indicar el carácter desventajoso de la elección, basada en el valor esperado y no exclusivamente en las instrucciones explícitas (Wright, 2017).

El hilo conductor de toda la evidencia favorable a la Hipótesis de Marcador Somático es el uso de la IGT. Sin embargo, la literatura también ha sugerido fallas metodológicas en la tarea que pueden haber sesgado la evaluación del fenómeno de

los marcadores somáticos. Modificaciones metodológicas clave a la tarea, han promovido teorías alternativas sobre la función de los marcadores somáticos, la cuales explico en la siguiente sección.

1.4 Hipótesis alternas sobre la función de los marcadores somáticos

La función de los marcadores somáticos aún es debatida. Cómo expuse anteriormente, desde la perspectiva de Damasio, los marcadores somáticos son un indicador del carácter ventajoso o desventajoso de las barajas. Dicha categorización se produce al elegir el valor esperado de cada baraja. Sin embargo, los estudios alternativos que presento a continuación controvierten esta interpretación.

Por ejemplo, un metaanálisis reciente evaluó la presencia de marcadores somáticos en la IGT (Simonovic, Stupple, Gale & Sheffield, 2019). Se utilizaron 20 estudios para comparar el papel de los marcadores somáticos con el rendimiento general de la tarea. Los resultados mostraron una correlación positiva entre la intensidad de los marcadores somáticos y el rendimiento en la tarea. Un segundo metaanálisis, en el mismo estudio, revisó 8 artículos para examinar las diferencias en los marcadores somáticos frente a las barajas ventajosas y desventajosas. Los resultados mostraron diferencias marginales entre las amplitudes de los marcadores somáticos de barajas ventajosas y desventajosas, siendo la amplitud de los marcadores somáticos mayor en las barajas desventajosas que en las barajas ventajosas. De igual forma se encontró que el número de participantes en el experimento era un factor importante para reportar similitudes o diferencias entre las amplitudes de las SCR de las barajas ventajosas y desventajosas: a mayor número de participantes en el experimento, se presentó mayor similitud entre las amplitudes de los marcadores somáticos de barajas ventajosas y desventajosas. Adicionalmente, los autores reportaron diferencias metodológicas y procedimentales entre los estudios que interfirieron con los resultados. Los autores concluyeron que la amplitud de los

marcadores somáticos puede relacionarse con las características de los programas de pago de la IGT (valores y frecuencias de ganancias y pérdidas) y no necesariamente con la categoría "ventajoso/ desventajoso" originalmente propuestas por la Hipótesis del Marcador Somático.

Algunos autores habían advertido previamente acerca de la relación entre los marcadores somáticos y los programas de pago. Específicamente, se había discutido que la función de los marcadores somáticos podría estar relacionada con anticipar la magnitud de las recompensas, en vez del valor esperado (Tomb, Hauser, Deldin & Caramazza, 2002).

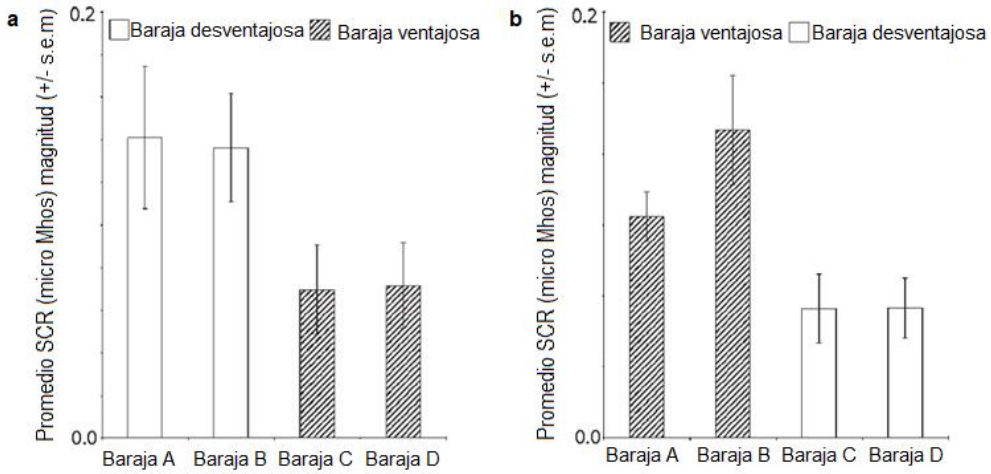
1.4.1 Marcadores somáticos: un indicador de la magnitud de las recompensas

Según la Hipótesis de Marcador Somático, la función de las respuestas fisiológicas es alertar al organismo sobre la propiedad ventajosa o desventajosa de la elección realizada, cuyo valor esperado a largo plazo es la base del proceso de la toma de decisiones. Desde la perspectiva alternativa de Tomb y sus colaboradores, el marcador somático no depende del valor esperado, por el contrario, el marcador somático dependería de la *magnitud* de la recompensa inmediata a recibir, es decir, del valor de las consecuencias a corto plazo. Por ejemplo, desde la perspectiva de Damasio, cuando una persona resuelve la IGT y selecciona una carta de una baraja desventajosa, la SCR registrada antes de seleccionar la carta se produce porque el sistema nervioso advierte al individuo sobre el carácter desventajoso de la carta. En cambio, desde la perspectiva de Tomb esta respuesta fisiológica se genera porque el sistema nervioso está previendo la magnitud del valor de la carta seleccionada: dado que las barajas desventajosas presentan altos valores de ganancias y pérdidas, el sistema nervioso anticipa el alto valor de la recompensa a recibir, mediante SCR de alta amplitud. Mientras que en la IGT las barajas ventajosas presentan bajos valores de ganancias y pérdidas, el cuerpo anticipa el bajo valor de la recompensa a recibir, mediante SCR de baja amplitud.

De hecho, un estudio comparó los marcadores somáticos de dos versiones de la IGT, el grupo control realizó la versión tradicional, mientras que el grupo experimental utilizó una versión inversa. La versión inversa de la IGT se caracterizó porque las barajas ventajosas tenían altas ganancias y pérdidas, mientras que las barajas desventajosas tenían bajas ganancias y pérdidas (Tomb, Hauser, Deldin & Caramazza, 2002). Durante la ejecución de la tarea, se midió la amplitud de los marcadores somáticos de los participantes. Los autores observaron que los participantes tendían a seleccionar mayoritariamente las barajas ventajosas en la versión inversa. Cómo se observa en la Figura 1-1, la medida fisiológica reveló mayor amplitud de SCR (marcadores somáticos) antes de seleccionar las barajas ventajosas, es decir, las barajas que presentaron altos valores de ganancias y pérdidas. Lo anterior parece indicar, que los marcadores somáticos dependen de las magnitudes de las recompensas. Damasio realizó una réplica del experimento de Tomb y justificó que en ambos casos los marcadores somáticos direccionaron la toma de decisiones hacia la elección de las barajas ventajosas, porque los marcadores somáticos se pueden presentar en forma de alarma o de incentivo (Tomb, Hauser, Deldin & Caramazza, 2002). Desde la perspectiva de Damasio los marcadores somáticos se presentaron en forma de incentivo guiando la toma de decisiones, sin embargo, otro estudio demostró posteriormente que la magnitud de las recompensas es un factor que modula la toma de decisiones (Van den Bos, Houx, & Spruijt, 2006).

Figura 1-1

Resultados de la magnitud de la SCR



La Figura 1-1 representa el promedio de la magnitud de las SCR del grupo en la condición tradicional (Fig. 2ª) y la condición modificado (Fig. 2b). Adaptado de "Do somatic markers mediate decisions on the gambling task?" (p. 1103), por Tomb, Hauser, Deldin y Caramazza, 2002, Nature neuroscience, 5(11)

En el estudio sobre la magnitud de las recompensas, los participantes saludables prefieren seleccionar las barajas que generan ganancias inmediatas y pérdidas a largo plazo, cuando la magnitud de las recompensas se incrementa (Van den Bos, Houx, & Spruijt, 2006). En este experimento, se aumentaron las ganancias 2, 4 y 6 veces más que en la tarea original. Los resultados sugirieron que el aumento en la magnitud de la recompensa promovió la elección de las barajas desventajosas. Sin embargo, los autores no midieron respuestas fisiológicas que evaluaran el papel de la magnitud de las respuestas en la formación de los marcadores somáticos.

Los estudios de Tomb et al. (2002) y Van den Bos et al. (2006) indican que las magnitudes, en vez de las ganancias o pérdidas esperadas, modulan la toma de decisiones y direccionan los marcadores somáticos. Además, los resultados de Tomb sugieren que la función de los marcadores somáticos es anticipar la magnitud de las recompensas, contrario a lo propuesto por Damasio (alertar la condición desventajosa en función del valor esperado). Adicionalmente, los estudios de Tomb et al. (2002) y

Van den Bos et al. (2006) parecen indicar que la IGT presenta los siguientes problemas metodológicos porque la distribución de los valores puede 1) guiar la toma de decisiones de los participantes y 2) interferir en la interpretación de los resultados.

Hasta el momento, he presentado dos perspectivas contrapuestas de la función de los marcadores somáticos: la primera es la perspectiva tradicional, según la cual la función de los marcadores somáticos es alertar sobre la condición ventajosa o desventajosa, basada en el valor esperado (Damasio, 1994). La segunda perspectiva propone que la función de los marcadores somáticos es prever la magnitud de las recompensas inmediatas (Tomb et al., 2002). Tanto la Hipótesis del Marcador Somático de Damasio como la propuesta de Tomb parten del presupuesto según el cual el marcador somático es un elemento que interviene durante el proceso de la toma de decisiones. Sin embargo, la teoría que presento a continuación entiende el marcador somático como un sentimiento, producto del proceso de deliberación durante la toma de decisiones, el cual prepara al organismo ante una consecuencia incierta (Davis, Love & Maddox, 2009).

1.4.2 Marcadores somáticos: mecanismo atencional ante consecuencias inciertas

La literatura presentada previamente señala al marcador somático como un elemento principal que interviene durante el proceso de deliberación de la toma de decisiones. Sin embargo, la teoría a continuación propone lo contrario. Desde esta perspectiva, el marcador somático se produce después de cada decisión y revelaría información sobre el nivel de incertidumbre de las consecuencias de la elección (Davis, Love & Maddox, 2009).

Desde este enfoque, el marcador somático sería un *mecanismo atencional* basado en la emoción: su función consiste en preparar al organismo para recibir nueva información que contribuye a resolver la incertidumbre acerca de las posibles consecuencias de la decisión (Davis, Love & Maddox, 2009). Esta perspectiva,

reinterpreta y justifica los resultados de la IGT, en los cuales: 1) los marcadores somáticos son más intensos cuando se opta por barajas desventajosas y 2) las personas que presentan marcadores somáticos más intensos tienen mejor desempeño (Simonovic, Stupple, Gale y Sheffield, 2019).

La explicación de los resultados de la IGT radica en el coeficiente de variación de las barajas desventajosas, es decir, las barajas desventajosas presentan altas magnitudes de ganancias y pérdidas, un valor esperado negativo y una alta variación entre los valores de las pérdidas (Yen, Chou, Chung & Chen, 2012), Por lo cual, el resultado es más incierto en las barajas desventajosas. Al presentarse mayor incertidumbre en las barajas desventajosas, se manifiestan SCR de alta amplitud. Por ejemplo, una persona que está realizando la IGT y decide seleccionar una carta de una baraja desventajosa, experimentará mayor incertidumbre (ya que hay mayor variedad en los valores de las pérdidas). El nivel de incertidumbre experimentado canalizaría la atención hacia a las recompensas, para poder aprender las reglas subyacentes de esa baraja y disminuir la incertidumbre sobre ella. En este caso, la emoción es una variable que correlaciona con el buen desempeño en la IGT, pero no su causa.

Para evaluar si las SCR reflejan el resultado del proceso de decisión y si sirven para preparar al sujeto ante nueva información al obtener una respuesta incierta, Davis, Love y Maddox, (2009) crearon una tarea de aprendizaje de “regla y excepción” en la cual, los participantes debían categorizar diferentes estímulos de acuerdo con reglas preestablecidas. Durante la ejecución de la tarea los autores midieron la amplitud de las SCR. Los resultados mostraron que en esta tarea las SCR presentaron mayor amplitud antes de las elecciones altamente inciertas. Las SCR se relacionaron con el tipo de respuesta del individuo (seguimiento de regla o excepción) y no con las características del estímulo presentado, lo que sugiere que los marcadores somáticos son producto del proceso de elección y no su causa (Davis, Love & Maddox, 2009). Sin embargo, no se han desarrollado réplicas de este estudio que confirme los resultados.

En resumen, he presentado tres hipótesis sobre la función de los marcadores somáticos: la primera indica que la función de los marcadores somáticos es alertar sobre la condición ventajosa o desventaja, basado en el valor esperado (Damasio, 1994; Bechara et al., 1994). La segunda hipótesis indica que la función de los marcadores somáticos es *predecir* las magnitudes de las recompensas inmediatas. Finalmente, la tercera hipótesis indica que el marcador somático se presenta ante situaciones de incertidumbre mediante un mecanismo *atencional* que prepara al sujeto para recibir nueva información que contribuye a resolver la incertidumbre.

En la siguiente sección presentaré en detalle las inconsistencias metodológicas que han limitado el estudio de los marcadores somáticos y pueden haber conducido a estas interpretaciones diferentes.

1.4.3 Inconsistencias metodológicas

De la revisión anterior, se deduce que no estará clara la función de los marcadores somáticos mientras persistan inconsistencias en los protocolos de aplicación de la IGT, como lo muestra Areias (2013). El procedimiento de ejecución de la IGT se ha implementado de manera inconsistente en diferentes estudios, se han variado parámetros como el tiempo entre ensayos, las instrucciones, la frecuencia y el orden de las barajas, todo lo cual puede influir en la toma de decisiones de los participantes. Por ejemplo, Balodis, MacDonald y Olmstead (2006) sugirieron que el desempeño en la tarea mejora o empeora según la precisión de las instrucciones. Participantes que recibieron instrucciones detalladas presentaban mejor desempeño que quienes recibían instrucciones simples. Las instrucciones detalladas incluían información sobre la existencia de barajas “buenas y malas”. Estos resultados sugieren que el desempeño en la tarea es sensible a las instrucciones.

La frecuencia en la presentación de recompensas es otro factor que también modula la toma de decisiones. Dicho fenómeno es conocido como la *baraja prominente*

B. Este fenómeno se caracteriza porque participantes sin lesiones cerebrales persisten en la selección de cartas pertenecientes a la baraja B[2], a pesar de ser desventajosa. Una de las razones por la cual éste fenómeno no fue inicialmente detectado, se debe a la tendencia de unificar el total de elecciones de cartas pertenecientes a las barajas ventajosas (C y D) y desventajosas (A y B), para calcular el desempeño general en la tarea.

Uno de los primeros experimentos en demostrar el fenómeno de la baraja prominente B, fue realizado por Lin, Chiu, Lee y Hsieh (2007), quienes modificaron la IGT de tal forma que solo hacían uso de dos barajas. La versión tradicional constaba de 4 barajas (A, B, C y D). En la nueva versión las barajas se dividieron según la frecuencia de pérdidas, duplicando y agrupando por un lado las barajas A y C, que conformaban la versión "AACC" y por el otro lado se agruparon y duplicaron las barajas B y D, que conformaban la versión "BBDD".

A un grupo se le presentó la versión "AACC" y al otro grupo se le presentó la versión "BBDD". Los resultados mostraron que los participantes que ejecutaron la versión "AACC" tendían a seleccionar las barajas ventajosas (C), mientras que participantes que ejecutaron la versión "BBDD" tendían a seleccionar las barajas desventajosas (B). Por lo tanto, las decisiones de los participantes estaban dominadas por la frecuencia de ganancias y pérdidas de la baraja, en lugar del resultado a largo plazo (valor esperado) contrario a lo planteado originalmente por Damasio (Lin, Chiu , Lee & Hsieh, 2007; Chiu, et al., 2008). Los autores del estudio critican la Hipótesis del Marcador Somático, ya que afirman que Damasio malinterpretó los resultados en la IGT para ajustarlos a su hipótesis, basado en la evidencia de que los participantes sanos no pueden inhibir su preferencia por las de cartas de la baraja B.

[2] La baraja B se caracteriza por tener altas ganancias (+100), altas pérdidas (-1250) y baja frecuencia de presentación de pérdidas (una en diez elecciones). A largo plazo, la elección de ésta baraja conlleva a pérdidas (-250 cada 10 elecciones).

Debido a las críticas realizadas a la tarea, un estudio realizado por Bowman y Turnbull (2003) evaluó si el desempeño de los participantes dependía de la naturaleza del reforzador: pago real o pago ficticio (no real, tipo Monopoly). Para ello, se realizó un experimento en el cual dos grupos resolvían la IGT. La diferencia radicaba en que el pago era real para un grupo de participantes, mientras que, el pago era ficticio para el segundo grupo. Los resultados mostraron que el desempeño en la tarea era similar en ambos grupos y no se presentaron diferencias significativas. Los autores reportaron algunas variaciones no significativas entre las elecciones 21 y 80, en las cuales hubo mayor tendencia a elegir barajas desventajosas por parte de los participantes con pago real, pero, posteriormente evitaron dichas barajas. Un estudio posterior también evaluó si la naturaleza del reforzador modificaba los marcadores somáticos (Carter y Pasqualini, 2004). El resultado comportamental coincidió con los resultados del estudio de Bowman y Turnbull (2003). A nivel emocional los resultados indicaron que no hubo diferencias entre los marcadores somáticos de los participantes en la condición ficticia y los participantes en la condición de pago. Sin embargo, los estudios que evalúan el efecto del pago en efectivo real no han controlado si la disponibilidad de dinero con la que cuenta el participante puede modificar la motivación y sesgar la toma de decisiones.

Este grupo de críticas (Dunn, Dalgleish & Lawrence, 2006; Van den Bos et al. 2006; Balodis, MacDonald y Olmstead, 2006; Lin, Chiu, Lee y Hsieh, 2007; Areias, 2013) promovieron el desarrollo de versiones alternas, sin embargo, en las versiones alternas desarrolladas no se evaluó el rol de la emoción en la toma de decisiones.

1.4.4 Versiones alternativas de la IGT

La versión tradicional de la IGT presenta los siguientes problemas: (a) la libertad de elección puede promover que el participante persevere en elegir una sola baraja, ignorando sistemáticamente otras barajas, (b) la estructura de la versión tradicional de la tarea también puede conllevar dificultades al interpretar los datos y (c) tradicionalmente, se evalúa el desempeño del participante en términos de la

diferencia entre el total de barajas ventajosas y desventajosas seleccionadas, omitiendo evaluar las diferencias individuales, como la sensibilidad al reforzamiento o al castigo (Peters & Slovic, 2000; Cauffman, et al., 2010).

La característica principal de la versión de la IGT desarrollada por Peters y Slovic consiste en que el participante no elige libremente. El computador presentaba una flecha amarilla encima de una de las cuatro barajas que señala la carta que el participante puede jugar o no. En este caso la decisión se reduce a *apostar* el dinero a la baraja señalada o *pasar* a la siguiente. Esta versión obliga al participante a explorar todas las cartas de las barajas, permitiendo medir las diferencias individuales, específicamente la sensibilidad al refuerzo o al castigo. Sin embargo, dicha versión, al modificar las proporciones de ganancias y pérdidas, se vuelve incomparable con la versión tradicional de la IGT.

Posteriormente, Cauffman (2010) utilizó esta versión para estudiar diferencias individuales en la toma de decisiones en varios momentos del desarrollo humano. En esta versión se mantuvieron los valores y frecuencias de las ganancias y las pérdidas de la tarea tradicional para las barajas A, B y D, pero no para la baraja C, debido a que en dicha baraja los valores de ganancias ($50) y pérdidas ($50) eran similares, por lo cual, los participantes no ganaban ni perdían dinero.

Cauffman modificó la probabilidad de pérdidas de la baraja C a 25% y añadir una probabilidad de pérdida de 25%, de esta forma, la baraja C presentaría pérdidas reales. Otro aporte que realizó Cauffman fue la propuesta de una nueva medida para evaluar los *porcentajes de elecciones ventajosas y desventajosas*. Dado que, a diferencia de la IGT tradicional, en esta versión las opciones de respuesta eran “Jugar” o “Pasar”, los porcentajes de elecciones ventajosas y desventajosas debían tener en cuenta tanto las barajas jugadas cómo las barajas pasadas. Una de las ventajas de esta versión, es que permite evaluar las elecciones ventajosas y desventajosas de manera general e

independiente (Cauffman, et al., 2010). Los porcentajes de elecciones ventajosas y desventajosas fueron calculadas de la siguiente manera:

Porcentaje de elecciones ventajosas:

(total de elecciones baraja C + total de elecciones baraja D) / (total de presentaciones de la baraja C + total de presentaciones de la baraja D).

Porcentaje de elecciones desventajosas:

(total de elecciones baraja A + total de elecciones baraja B)/ (total de presentaciones de la baraja A + total de presentaciones de la baraja B).

Los resultados del estudio de Cauffman indican que la toma de decisiones varía en las diferentes etapas del desarrollo, siendo peor durante la adolescencia al compararla con la toma de decisiones de los participantes adultos. La versión modificada de Cauffman es una de las variantes más sofisticadas y precisas de la IGT. Sin embargo, en el estudio de Cauffman no se evaluó el rol de los marcadores somáticos en la toma de decisiones.

Para efectos de la presente investigación, se utilizó la versión computarizada de Cauffman (2010) ya que mantiene la esencia de la tarea en términos de los valores y las frecuencias de ganancias y pérdidas; y corrige varias metodológicas que se han realizado a la versión tradicional.

Adicionalmente, no hay estudios que hayan tomado medidas fisiológicas en esta versión de la IGT. Por lo cual una de las contribuciones de la presente investigación es proponer una metodología para medir los marcadores somáticos en esta tarea. Dicha modificación permite determinar si los marcadores somáticos guían la toma de decisiones en esta versión de la IGT y su posible función.

En resumen, en esta sección mostré las críticas metodológicas a la tarea tradicional. Expliqué que factores como la frecuencia de ganancias y pérdidas, las instrucciones o la distribución de las recompensas interfieren con la interpretación de los resultados. Expuse una tarea alterna cuyo objetivo es superar varias críticas. Dicha versión se ha utilizado para estudiar la toma de decisiones en diferentes momentos del desarrollo humano, sin embargo, no midió los marcadores somáticos.

Por lo tanto, para los propósitos de la presente tesis, se sugiere modificar la versión alterna de la IGT desarrollada por Cauffman (2010). Cambié los tiempos de presentación de estímulos y los valores de las recompensas de la baraja C, con el propósito de poder evaluar los marcadores somáticos.

El objetivo principal de este estudio es evaluar los factores que guían la toma de decisiones en una tarea modificada de la IGT. Por una parte, los resultados del análisis de la respuesta emocional permitirán observar la función de los marcadores somáticos, de otra parte, los resultados comportamentales permitirán observar cuales factores modulan la toma de decisiones. Si la Hipótesis del Marcador Somático es correcta, se espera encontrar diferencias en la respuesta emocional: se deberían observar marcadores somáticos de mayor amplitud antes de seleccionar la opción "Jugar" de las barajas desventajosas (Baraja A y B). Y marcadores somáticos de mayor amplitud antes de seleccionar la opción "Pasar" de las barajas ventajosas (Baraja C y D).

Finalmente, al observar la relación entre marcadores somáticos y el desempeño de la tarea, se espera que los participantes que presenten mayor amplitud de SCR también presenten un buen desempeño en la tarea.

2. Método

¿Cuáles son los factores que guían las decisiones en la IGT modificada? Para responder a esta pregunta evalué el perfil de la toma de decisiones en la IGT-modificada (IGT-M) a través de tres medidas: a) la respuesta emocional (SCR), la respuesta conductual y el conocimiento explícito de la tarea. Para finalizar, investigué si existen correlaciones entre las medidas mencionadas anteriormente y exploré factores motivacionales adicionales que pudieron modular el comportamiento la IGT-M.

La respuesta emocional fue medida mediante la amplitud de las SCR. La amplitud se determinó en micro siemens (μ) y se registró a una frecuencia de 10 Hz. Siguiendo los estudios descriptivos de la respuesta fisiológica emocional (Lole, Gonsalvez, Blaszczynski, & Clarke, 2012; Agren et al., 2019), evalué las SCR a partir de dos medidas principales: las SCR generadas antes de seleccionar una respuesta (marcadores somáticos) y las SCR generadas después de presentarse las consecuencias (SCR reactivas). Los marcadores somáticos se evaluaron en una ventana temporal de 4 segundos previos a la elección de las opciones de respuesta. Las SCR reactivas, se midieron en una ventana temporal de 4 segundos posteriores a la presentación de los resultados.

Para medir la respuesta conductual a partir de la frecuencia de elección de cada baraja, se tuvo en cuenta el porcentaje de elecciones ventajosas:

*(Total de cartas jugadas de las barajas C y D / total de cartas presentadas) * 100*, y el porcentaje de elecciones desventajosas: *(Total de cartas jugadas de las barajas A y B / total de cartas presentadas) * 100*.

El puntaje neto, se calculó a partir de la diferencia entre el porcentaje de jugadas desventajosas (A + B) y el porcentaje de jugadas ventajosas (C + D). Por último, establecí el conocimiento explícito de la tarea, mediante un cuestionario (Ver Anexo B). El cuestionario arroja un puntaje final, el cual es un indicador del conocimiento explícito de las reglas subyacentes que determinan la presentación de ganancias y pérdidas. Si los marcadores somáticos guían la toma de decisiones en la IGT, entonces los participantes que presenten marcadores somáticos de mayor intensidad también presentaran un alto puntaje neto y mayor selección de barajas ventajosas.

2.1 Participantes

Participaron 11 estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia, ningún participante tenía experiencia previa con la IGT. El número de participantes se calculó mediante el software libre G-power, utilizando como base un estudio previo del laboratorio, que utilizó la IGT de Cauffman (2010). Los participantes tenían edad promedio de 26 años, 6 hombres y 5 mujeres. Los participantes se presentaron voluntariamente y participaron en el estudio a cambio de una remuneración económica equivalente a las ganancias en la tarea.

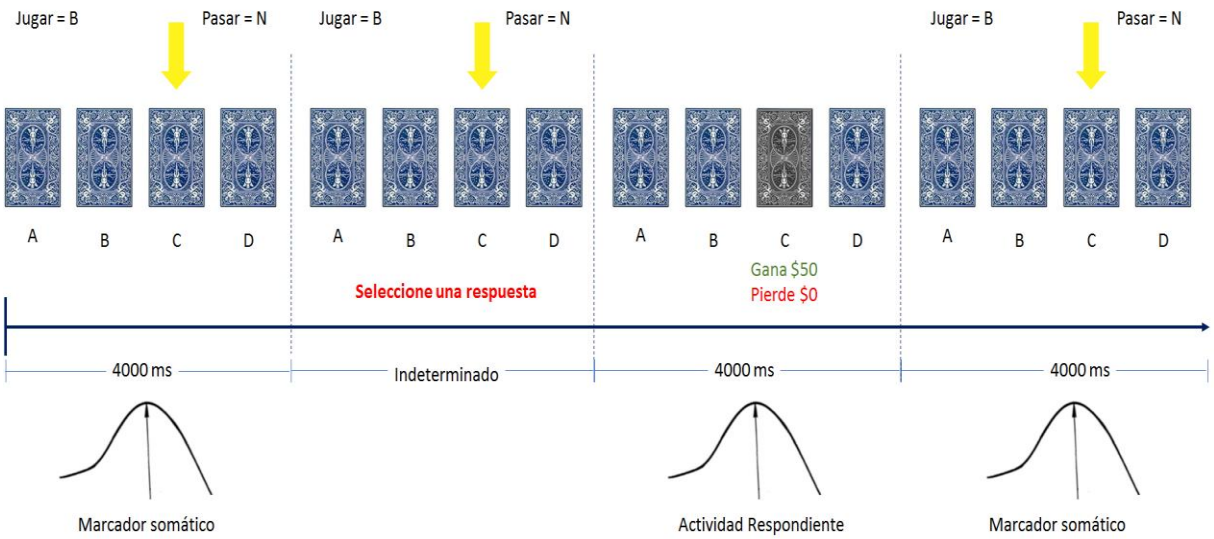
2.2 Instrumentos

Se utilizó como base la versión alterna de la IGT de Cauffman (2010), disponible para el software Inquisit 4. Se modificaron los tiempos entre ensayos para medir las SCR de los participantes. De igual forma, los valores de ganancias y pérdidas se adaptaron al peso colombiano (ver Tabla 2-1).

Cada ensayo de la tarea comenzó con la presentación de 4 barajas. Luego de 4 segundos, una flecha amarilla se mostró sobre una de las cartas, 4 segundos después el participante debía escoger entre la opción “Jugar” o “Pasar”. Para seleccionar la opción “Jugar”, el participante debía oprimir la letra B del teclado, la cual contaba con un sticker de color verde. Por el contrario, si el participante seleccionaba la opción

"Pasar", el participante debía oprimir la letra N del teclado, la cual contaba con un sticker de color blanco.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.



Nota. El eje horizontal representa la línea de tiempo en la cual se generan los eventos del ensayo. En un primer momento el sistema presenta la baraja durante 4 segundos; en ese intervalo de tiempo se evalúan los marcadores somáticos. A continuación, el participante debe seleccionar una respuesta (jugar o pasar), seguido de la respuesta se presentan los resultados durante 4 segundos; en ese intervalo de tiempo se evalúan las SCR respondientes

Una vez el participante seleccionaba la respuesta (Jugar o Pasar), el sistema presentaba los resultados durante 4 segundos. Los valores de ganancias y pérdidas se presentaron en conjunto. Si el participante seleccionaba la opción "Jugar" y el resultado era una carta con ganancias, la carta se tornaba de color gris. El valor de la ganancia se presentó en la parte inferior de la carta, en color verde. Por el contrario, si el participante perdía, la carta se tornaba de color rojo. El valor de las ganancias se presentó en la parte inferior, en color verde, seguido de valor de las perdidas en color rojo.

Por otro lado, si el participante seleccionaba la opción "Pasar", la carta permanecía igual y simplemente se mostraba la palabra "Pasar" en la parte posterior de la carta. Una vez se presentaba el resultado de la decisión, el participante debía

esperar 4 segundos para realizar la siguiente decisión. El esquema experimental se ilustra en la Figura 2-1. En total la tarea constó de 120 ensayos, es decir 120 elecciones. Una vez finalizada la tarea, se midió el conocimiento explícito mediante un cuestionario.

Para sintetizar, las diferencias entre la IGT-M utilizada en la presente investigación y la versión tradicional utilizada por Damasio son: (a) en la versión de tradicional hay 100 ensayos, mientras que en la IGT-M hay 120 ensayos; (b) en la versión tradicional se eligen libremente las barajas, mientras que en la IGT-M el sistema le indica al jugador cuál carta puede jugar, y (c) en la versión de tradicional la decisión del participante consiste en seleccionar una carta de cuatro disponibles, mientras que en la IGT-M la decisión del participante consiste en *"Jugar"* o *"Pasar"* la carta que el sistema le indica.

Adicionalmente, se introdujeron cambios para poder medir los marcadores somáticos. Los cambios de la IGT-M utilizada en la presente investigación, en comparación con la versión original utilizada por Cauffman, implicó: (a) introducir un periodo de tiempo de 4 segundos entre la presentación de la baraja y la selección de la respuesta; (b) introducir un periodo de tiempo de 4 segundos entre la presentación de las recompensas y la siguiente presentación de cartas. (c) modificar los valores de la baraja C para que coincida con la versión de Damasio (1994)[3] . Se introdujeron las dos ventanas de tiempo (a y b) para medir las SCR, dado que Cauffman (2010), midió esta variable.

2.3 Procedimiento

Después de proveer el consentimiento informado los participantes respondieron el cuestionario de datos demográficos. En una segunda parte, los

[3] La baraja C en la versión de Cauffman tiene una probabilidad de pérdida del 25%, una probabilidad de pago de $0 del 25%, una probabilidad de ganancia del 50% y un valor esperado de $18.75.

participantes se sentaron en frente de la pantalla del computador, leyeron las instrucciones generales de la tarea (ver Anexo A) y posteriormente resolvieron la IGT-M, se finalizó el experimento con el cuestionario de conocimiento explícito de la tarea. Durante todo el experimento se midió la SCR de los participantes. A continuación, se explica detalladamente la ejecución del participante en cada una de las fases del experimento.

2.3.1 Evaluación de la toma de decisiones

A cada participante, se le presentaron 4 barajas y una cuenta compuesta por $10000. Cada baraja estaba compuesta por cartas que recompensaban o castigaban al participante sumando o restando puntos de su cuenta. Dos barajas estaban compuestas por cartas que presentaban altas ganancias y pérdidas (Barajas A y B), mientras que las otras dos barajas estaban compuestas por cartas que presentaban bajas ganancias y pérdidas (Barajas C y D). El sistema señaló mediante una flecha amarilla la carta ante la cual el participante podría apostar o pasar. Por lo tanto, la elección en cada ensayo consistió en decidir si apostar o no a la carta ofrecida por el sistema. Los participantes fueron instruidos para ganar la mayor cantidad de dinero posible a lo largo de la sesión.

Tabla 2-1:

Características de la IGT-M utilizada en el presente estudio

	Baraja			
Variable de pago	A	B	C	D
Probabilidad de ganancias	50%	90%	50%	90%
Probabilidad de perdidas	50%	10%	50%	10%
Valor de la ganancia ($)	1000	1000	500	500
Valor de la pérdida ($)	1500, 2000, 2500, 3000, 3500	12500	500, 500, 500, 500, 500	2500
Valor esperado	-2500	-2500	+2500	+2500

Nota. Característica de la IGT utilizado en el presente estudio. Los valores fueron ajustados a pesos colombianos

2.3.2 Evaluación de la SCR

Para registrar la respuesta emocional basada en la SCR, se usaron dos electrodos conectados al sistema Physiolab de JJ engineering. El sistema registró los cambios eléctricos en la conductancia de la piel durante toda la ejecución del experimento. Adicionalmente, un sistema electrónico registró sincrónicamente una señal cada vez que 1) se les presentaba una baraja a los participantes (marcadores somáticos) y 2) cuando seleccionaban una respuesta (SCR respondientes). Posterior al registro, se calculó la amplitud media de las SCRs para cada baraja mediante el software libre *Ledalab.* Los datos resultantes se transformaron usando la raíz cuadrada, para ajustarlos a una distribución normal.

2.3.3 Medición del conocimiento explícito de la Tarea

Inmediatamente después de finalizar la IGT, se presentó un cuestionario sobre el conocimiento explícito de la tarea. El cuestionario contenía 14 preguntas, divididas en tres secciones principales: 1) conocimiento general de las regalas, 2) conocimiento específico de las reglas y 3) conocimiento sobre las decisiones realizadas (auto

ejecución en la tarea). Cada pregunta tenía múltiple opción de respuesta (ver Anexo B). El puntaje tabulado de respuestas correctas en el cuestionario es un indicador del conocimiento explícito de las reglas subyacentes de la IGT.

3. Resultados

A continuación, presento los análisis realizados a partir de tres factores: 1) la respuesta emocional evaluada mediante la amplitud de las SCR, 2) las respuestas conductuales y 3) el conocimiento explícito de la tarea. La respuesta emocional se midió en dos momentos: antes de elegir una respuesta (marcadores somáticos) y después de la presentación de los resultados (SCR reactivas). Para evaluar la respuesta emocional, en un primer momento analicé la amplitud general de los marcadores somáticos y las SCR reactivas. En un segundo momento, analicé por separado los marcadores somáticos antes de la seleccionar las opciones "Jugar" y "Pasar". En un tercer momento analicé separadamente las SCR reactivas, de los resultados que condujeron a ganancias o pérdidas.

La respuesta conductual se evaluó mediante la frecuencia de elección de cada baraja, el puntaje neto y los porcentajes de elecciones ventajosas y desventajosas. Finalmente, analizo el conocimiento explícito considerado en tres niveles: el conocimiento general de la tarea, el conocimiento específico de la tarea y la auto ejecución de la tarea. La auto ejecución está compuesta por preguntas sobre las elecciones realizadas por el participante (ver Anexo B).

3.1 Análisis de la respuesta emocional

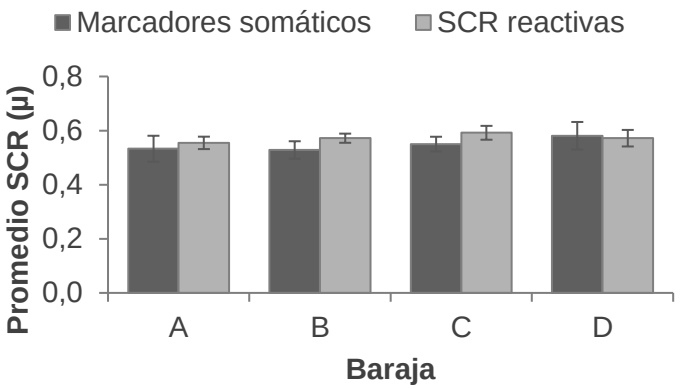
Se observaron SCR previas a la respuesta (marcadores somáticos) y posteriores a la presentación de las ganancias y pérdidas (SCR reactivas). Se calculó el promedio de las SCRs para cada baraja (A, B, C y D). Los datos se analizaron mediante una MANOVA de un factor de medidas repetidas. Posteriormente, se realizó una prueba T

de Student para muestras relacionadas la cuál comparó los marcadores somáticos y las SCR reactivas de cada baraja. El valor p fue ajustado mediante la corrección Bonferroni.

No hubo diferencias entre las barajas (A, B, C y D) al evaluar las amplitudes de los marcadores somáticos y las SCR reactivas, F (6, 58) = 1.314, p= .28; Λ de Wilk = 0.77, Ƞ2p= 0.12). Lo cual indica que la respuesta emocional anticipatoria no varió en función de los programas de pago y que la respuesta emocional producida por ganancias y pérdidas fue similar entre las barajas (Ver Figura 3-1). Tampoco se observó diferencias entre las amplitudes de los marcadores somáticos y las SCR reactivas de cada baraja, p >,025 (ver Tabla 3-1), es decir que los marcadores somáticos y las SCR reactivas se presentaron con una intensidad similar ante cada baraja.

Figura 3-1

Amplitud de los marcadores somáticos y las SCR reactivas



Nota. Las barras muestran el promedio de los marcadores somáticos y las SCR reactivas en microsiemens (µ) (eje y) correspondientes a las barajas A, B, C y D (eje x). Las líneas de error indican el intervalo de confianza del 95%. basado en la corrección de Loftus y Mason (1994) para diseños intra-sujeto.

3.1.1 Análisis de los marcadores somáticos

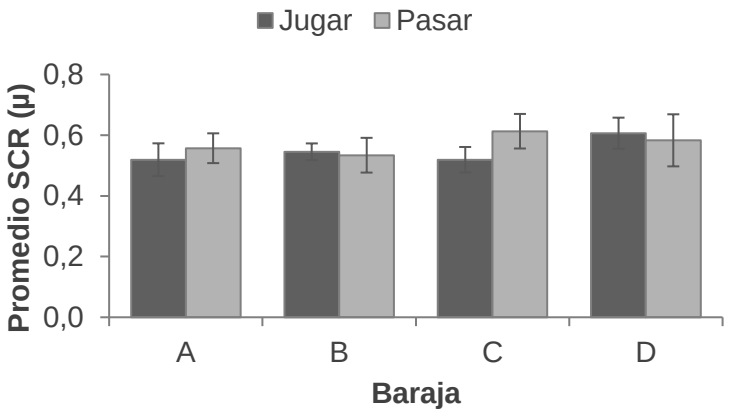
Se analizaron los marcadores somáticos registrados antes de decidir entre las opciones “Jugar” o “Pasar” mediante una MANOVA de un factor de medidas repetidas.

Similar al análisis anterior la baraja fue la condición intra sujeto. Se descartaron los datos de un participante en la opción “Pasar”, porque no mostró SCR en esta opción.

No hubo diferencias entre las barajas A, B, C y D al evaluar amplitudes de los marcadores somáticos para las condiciones “Jugar” versus “Pasar”, $F(6, 52) = 2.03$, $p = .072$; Λ de Wilk = 0.65, $\eta 2p = 0.19$. Es decir, la intensidad de los marcadores somáticos se presentó en niveles similares antes de seleccionar las opciones “Jugar” o “Pasar”, independientemente de los programas de pago de las diferentes barajas (ver Figura 3-2).

Figura 3-2

Amplitud marcadores somáticos antes de seleccionar las opciones “Jugar” y “Pasar”.



Nota. Las barras muestran el promedio de los marcadores somáticos previo a la opción “Jugar y “Pasar” en microsiemens (µ) (eje y) correspondientes a las barajas A, B, C y D (eje x). Las líneas de error indican el intervalo de confianza del 95%. basado en la corrección de Loftus y Mason (1994) para diseños intra-sujeto.

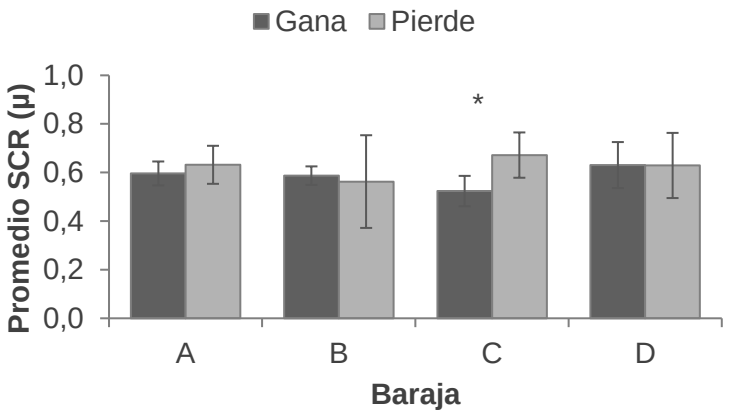
Tampoco hubo diferencias al contrastar dentro de cada baraja la amplitud de los marcadores somáticos antes de seleccionar las opciones “Jugar” y “Pasar”, $p > .025$ (ver Tabla 3-1). Es decir que los marcadores somáticos se presentaron con la misma intensidad al interior de cada baraja, independientemente del tipo de elección realizada.

3.1.2 Análisis de las SCR reactivas

Se evaluó las SCR reactivas posteriores a las ganancias y pérdidas, mediante una MANOVA de un factor de medidas repetidas. La condición intra sujeto fue el factor baraja (ver Figura 3-3). La prueba de esfericidad de Mauchly indicó que el supuesto de esfericidad no se cumplió para la condición "Gana" (x2(5) =11.476, p=0.044) ni para la condición "Pierde" (x2(5) = 13.90, p=0.017). Por lo cual, los grados de libertad se corrigieron con la estimación de esfericidad de Greenhouse-Geisser (Ɛ = 0.55) en ambas condiciones.

Figura 3-3

Amplitud SCR reactivos ante recompensas con ganancias y pérdidas.



Nota. Las barras muestran el promedio de las SCR reactivas, posterior a los resultados "Gana" y "Pierde" en microsiemens (µ) (eje y) correspondientes a las barajas A, B, C y D (eje x). Las líneas de error indican el intervalo de confianza del 95%. basado en la corrección de Loftus y Mason (1994) para diseños intra-sujeto.. El * indica diferencias significativas entre los valores de la misma baraja

No se encontraron diferencias entre las barajas A, B, C y D, al evaluar amplitudes de las SCR resultantes de las ganancias y pérdidas, F (6, 58) = 1.06, p= .39 Λ de Wilk =0,81, Ƞ2p= 0.09. Es decir que la respuesta emocional no dependió de la magnitud de las recompensas y pérdidas. Tampoco se observaron diferencias entre las amplitudes de las SCR reactivas posteriores a las ganancias y pérdidas, dentro de las barajas A, B y D (ver Tabla 3-1). Sin embargo, en la baraja C, las SCR reactivas posteriores a las

ganancias fueron significativamente menores (M= 0,59; SD= 0,41) que las SCR reactivas posteriores a las pérdidas (M= 0,67; SD= 0,41); t= -2.7; p<0,025. Es decir, cuando los valores de las ganancias y pérdidas son diferentes, la amplitud de las SCR reactivas son similares en ambas respuestas. Sin embargo, cuando los valores de las ganancias y pérdidas son similares, la amplitud de las SCR reactivas es mayor ante las perdidas[4].

Tabla 3-1

Resumen de Resultados: pruebas T de student para muestras relacionadas.

Medida/Baraja	*M*	*SD*	*Gl*	*T*	*P*
Análisis de la respuesta emocional					
Marcador somático & SCR reactiva					
A	-0,024	0,079	10	-1,005	0,338
B	-0,044	0,078	10	-1,866	0,092
C	-0,042	0,065	10	-2,175	0,055
D	-0,007	0,134	10	0,184	0,858
Análisis de los marcadores somáticos					
Marcador somático "Jugar" & "Pasar"					
A	0,001	0,125	9	0,037	0,972
B	0,054	0,160	9	1,067	0,314
C	-0,055	0,154	9	-1,126	0,289
D	0,059	0,133	9	1,396	0,196
Análisis de las SCR reactivas					
SCR reactiva "Ganar" & "Perder"					
A	-0,036	0,125	10	-0,953	0,363
B	0,024	0,387	10	0,204	0,842
C	-0,148	0,179	10	-2,750	0,020*
D	0,002	0,317	10	0,021	0,983

Nota. La tabla resume las pruebas T de Student realizadas después del análisis de las MANOVAS de medidas repetidas. El valor p se modificó mediante la corrección Bonferroni. *Diferencias significativas (p<0.025)

[4] En la baraja C el valor de las ganancias y pérdidas es el mismo ($500), en las barajas A, B y D, El valor de las ganancias y pérdidas son diferentes (ver Tabla 2-1)

3.2 Análisis respuesta conductual

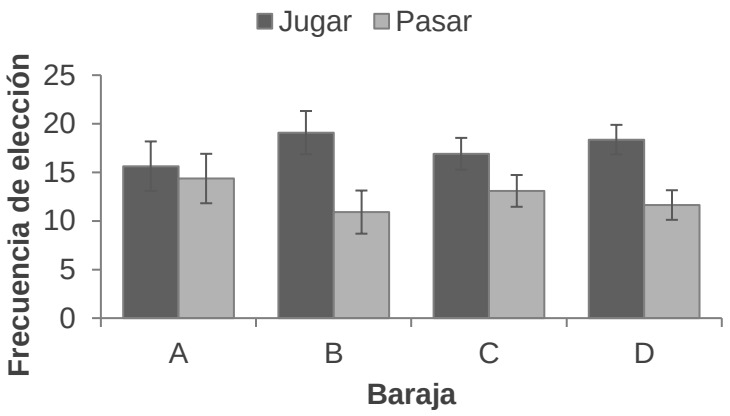
3.2.1 Frecuencia de elección

Se evaluó la frecuencia de elección de las opciones "Jugar" y "Pasar", mediante una MANOVA de un factor de medidas repetidas, similar al análisis de la respuesta emocional, se asignó como condición intra sujeto el factor baraja (ver Figura 3-4).

No hubo diferencias entre las barajas A, B, C y D, al evaluar la frecuencia de elección de las opciones: "Jugar" y "Pasar" F (3, 30) = 2.14, p= .115; Λ de Wilk = 0.82, η2p= 0.17. Lo cual indicó que hubo una elección homogénea entre las diferentes barajas, independientemente de las frecuencias de ganancias y pérdidas.

Figura 3-4

Resultado frecuencia de elección.



Nota. Las barras muestran la frecuencia de elección de las opciones "Jugar" y "Pasar" (eje y) correspondientes a las barajas A, B, C y D (eje x). Las líneas de error indican el intervalo de confianza del 95%. basado en la corrección de Loftus y Mason (1994) para diseños intra-sujeto.

Tampoco hubo diferencias entre la frecuencia de elección de las opciones "Jugar" y "Pasar" al interior de cada baraja (ver Tabla 3-2). Los promedios y las barras de error de las barajas B y C en la Figura 3-4 parecen indicar que hubo diferencias significativas entre la frecuencia de elección de las opciones "Jugar" y "Pasar". Sin

embargo, la prueba T de Student para muestras relacionadas no reveló diferencias, probablemente esto se debe a que el valor p se modificó mediante la corrección Bonferroni.

Por otro lado, la Figura 3-4 mostró una tendencia respecto a la frecuencia de elección de las opciones "Jugar" y "Pasar" relacionada con la frecuencia[5] de pérdida de las barajas: La frecuencia de elección de la opción "Jugar" fue mayor en las barajas B y D. En contraste, la frecuencia de elección de la opción "Pasar" fue mayor en las barajas A y C (ver tabla 3-2). Esta tendencia muestra que la elección de las barajas puede estar modulada por la frecuencia de pérdidas.

Tabla 3-2

Resumen de resultados frecuencias de elección.

Medida/Baraja	*M*	*SD*	*Gl*	*T*	*P*
Respuesta Conductual					
Frecuencia de elección "Jugar" & "Pasar"					
A	1,273	13,632	10	0,310	0,763
B	8,182	15,085	10	1,799	0,102
C	3,818	10,787	10	1,174	0,268
D	6,727	11,252	10	1,983	0,076

Nota. La tabla resume las pruebas T de Student realizadas después del análisis de la MANOVA de medidas repetidas. El valor p se modificó mediante la corrección Bonferroni ($p<0.025$).

3.2.2 Análisis del Puntaje Neto

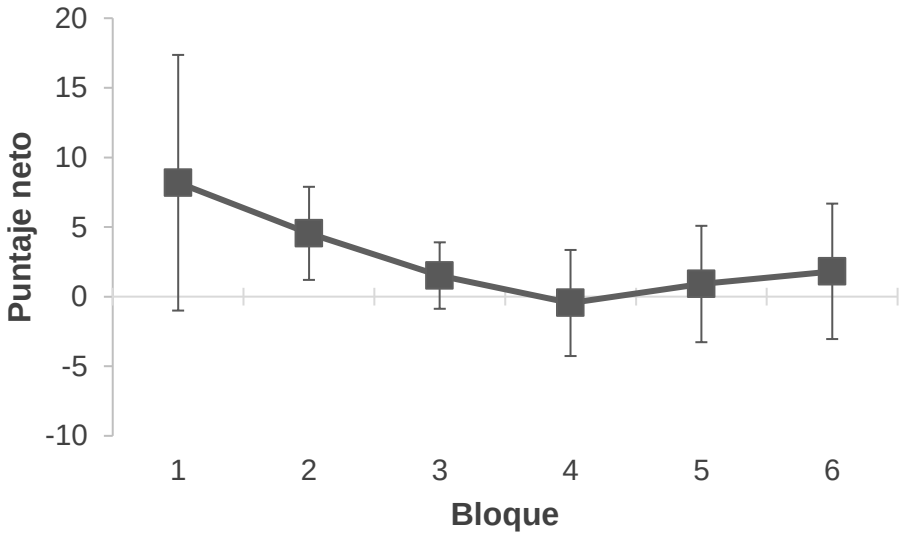
Se midió el desempeño general de los participantes a través del puntaje neto, en intervalos de 20 elecciones. El puntaje neto se calculó a partir de la diferencia entre

[5] Las barajas A y C poseen comparten una frecuencia de pérdida del 50%, mientras que las barajas B y D comparten una frecuencia de pérdida del 10%.

los porcentajes de jugadas ventajosas y desventajosas (Ver pág. 23). Los datos se analizaron a partir de una ANOVA de medidas repetidas. La prueba de esfericidad de Mauchly indicó que el supuesto de esfericidad no se cumplió ($x2(14) = 68.789$, $p < 0.001$). Por lo cual, los grados de libertad se corrigieron con la estimación de esfericidad de Greenhouse-Geisser ($\varepsilon = 0.25$). No hubo diferencias entre los diferentes intervalos de decisión del puntaje neto ($F(1.24, 12.448) = 1.544$, $p= .244$, $\eta 2p= 0.134$. Lo anterior indica que no hubo modificaciones significativas en la estrategia de elección de las diferentes barajas a través de los diferentes intervalos de elección (ver Figura 3-5).

Figura 3-5

Resultado puntaje neto.



Nota. Los marcadores rectangulares muestran el promedio del puntaje neto (eje y) correspondientes a los diferentes bloques (eje x). Cada bloque está compuesto por 20 elecciones (i.e bloque uno corresponde a las elecciones 1 a la 20…). Las líneas de error indican el intervalo de confianza del 95%. basado en la corrección de Loftus y Mason (1994) para diseños intra-sujeto.

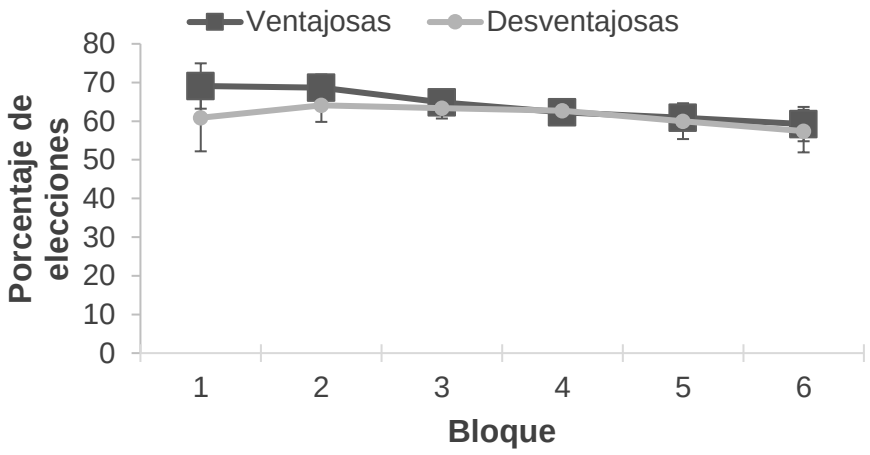
3.2.3 Análisis del Porcentaje de elecciones ventajosas y desventajosas

El porcentaje de elecciones ventajosas y desventajosas se midió a través de bloques compuestos por 20 elecciones (i.e 1-20… 101-120). El análisis de los datos se realizó mediante una MANOVA de un factor de medidas repetidas, se utilizó el factor bloque como condición intra sujeto.

La prueba de esfericidad de Mauchly indicó que el supuesto de esfericidad no se cumplió tanto para el porcentaje de elecciones ventajosas ($x2(14) = 51.9$, $p < 0.001$), cómo para el porcentaje de elecciones desventajosas ($x2(14) = 74.4$, $p < 0.001$). Por lo cual, los grados de libertad se corrigieron con la estimación de esfericidad de Greenhouse-Geisser $\varepsilon = 0.38$ (condición ventajosa) y $\varepsilon = 0.27$ (condición desventajosa). Se presentaron diferencias entre los bloques al evaluar el porcentaje de elecciones ventajosas y desventajosas $F(10, 98) = 2.38$, $p = .014$; Λ de Wilk = 0.65, $\eta 2p = 0.20$. Sin embargo, las comparaciones por parejas no mostraron diferencias entre los bloques. Lo cual refleja que no se presentaron modificaciones significativas en la elección de barajas ventajosas y desventajosas a lo largo de las elecciones.

Figura 3-6

Porcentaje de elecciones.



Nota. Los marcadores muestran el porcentaje de elecciones ventajosas y desventajosas. (eje y) correspondientes a los diferentes bloques (eje x). Cada bloque está compuesto por 20 elecciones (i.e bloque uno corresponde a las elecciones 1 a la 20…). Las líneas de error indican el intervalo de confianza del 95%. basado en la corrección de Loftus y Mason (1994) para diseños intra-sujeto.

A pesar de la ausencia de diferencias significativas, un análisis visual de las Figuras 3-5 y 3-6, indica la estrategia utilizada por los participantes. La Figura 3-5 mostró una tendencia descendiente del puntaje neto entre los intervalos 1 y 80, es decir, hubo una selección menor y progresiva de barajas ventajosas. Por otro lado, la Figura 3-6 mostró una tendencia descendiente del porcentaje de elecciones ventajosas, mientras que el porcentaje de elecciones desventajosas se mantuvo estable en el tiempo. Estos datos complementan los resultados del puntaje neto, porque indican una disminución gradual en la elección de las barajas ventajosas. Sin embargo, el aumento en los últimos intervalos del puntaje neto (Figura 3-5) se explica por un decremento en la elección de barajas desventajosas, diferente a lo esperado (aumento de elecciones de barajas ventajosas).

3.3 Conocimiento explícito

El conocimiento explícito de la tarea se dividió en tres categorías: conocimiento general, conocimiento específico y auto ejecución. Se midió el nivel de conocimiento de la tarea a partir del puntaje obtenido en cada categoría.

Tabla 3-3

Resultados conocimiento explicito.

Categoría	*M*		*E*	*Rango*
Conocimiento General	2,36	±	0,51	0 a 4
Conocimiento Específico	4,36	±	0,41	0 a 8
Conocimiento de la auto ejecución	0,91	±	0,21	0 a 2
Puntaje final conocimiento explícito	6,73	±	0,78	0 a 14

Nota. La tabla refleja la media, el error estándar de la media y el rango compuesto por el puntaje mínimo y máximo que se puede sacar en cada categoría

La Tabla 3-3 muestra los resultados del conocimiento explicito en cada categoría. Los datos muestran que los puntajes obtenidos son cercanos a la media del número de preguntas realizadas en cada categoría. Las categorías con mejores puntajes fueron: conocimiento general y específico. De hecho, los participantes respondieron correctamente entre el 40% y 90% de la categoría “conocimiento especifico”, considerada la categoría más exigente. Lo cual indica que todos los participantes desarrollaron conocimiento sobre las reglas que guían la tarea, sin embargo, en algunos casos el conocimiento adquirido no era coherente con las reglas reales de la tarea. La categoría “auto ejecución” evaluaba si los participantes describían correctamente su preferencia o aversión por las barajas seleccionadas. Se observó que solamente 2 participantes de 11 reportaron correctamente las elecciones que realizaron durante la tarea. Lo cual indica que los participantes no desarrollaron una preferencia consciente hacia alguna de las barajas presentadas.

3.4 Factores relacionados con la toma de decisiones

La Tabla 3-4 muestra la relación entre las variables emocionales, conductuales y conocimiento explícito (con sus categorías: general, específico y auto ejecución). Adicionalmente, se evaluó la disposición monetaria semanal para saber si el pago real intervino en la toma de decisiones de los participantes. Para este análisis se eliminó el dato de un participante quien se negó a proporcionar información sobre su situación económica, por lo cual, solo se tuvieron en cuenta los datos de 10 participantes.

Se encontró una correlación entre los marcadores somáticos y la frecuencia de elección de barajas. Esta relación varió según el tipo de elección que realizó el participante: cuando los participantes seleccionaron la opción "Jugar", se observó una correlación fuerte y negativa (-,786). Es decir que los participantes que presentaron altos marcadores somáticos antes de elegir la opción "Jugar", seleccionaron menor cantidad de veces dicha opción. Por otro lado, cuando los participantes seleccionaron la opción "Pasar", se observó una correlación fuerte y positiva (,837). Es decir que los participantes que presentaron altos marcadores somáticos antes de elegir a la opción "Pasar", seleccionaron mayor cantidad de veces dicha opción.

Adicionalmente, se encontró una correlación fuerte y negativa (-0,651) entre el puntaje neto y el ingreso semanal. Es decir, los participantes que recibían menos dinero semanal tuvieron mejor desempeño en la tarea (Ver Tabla 3-4). Contrario a lo reportado en la literatura, no se encontró relación entre los factores emocionales (marcador somático) y cognitivos (conocimiento explícito) en la toma de decisiones evaluada mediante la IGT-M.

Tabla 3-4

Resumen de Resultados: Correlaciones entre variables emocionales, conductuales y conocimiento explícito.

Variables	Coeficiente de correlación	Sig. (bilateral)
Relación entre variables emocionales y conductuales		
Marcador somático & Puntaje neto	0,207	0,54
Marcador somático & Frecuencia de elección		
Opción Jugar	-0,786	0,004*
Opción Pasar	0,837	0,002*
Relación entre variables conductuales & Conocimiento explicito		
Puntaje neto & Conocimiento explícito	-0,516	0,127
Puntaje neto & Conocimiento general	-0,26	0,467
Puntaje neto & Conocimiento auto ejecución	0,055	0,88
Puntaje neto & Conocimiento especifico	-0,369	0,294
Control de otras variables		
Ingreso semanal & Puntaje neto	-0,651	0,041*
Ingreso semanal & Marcador somático	-0,4	0,912
Ingreso semanal & Conocimiento explícito	0,68	0,853

Nota. Los datos muestran el coeficiente de correlación y la significancia de la relación entre el puntaje neto y las variables: Conocimiento explícito, Marcador somático e Ingreso semanal. * p<.05

4. Discusión

El presente estudio evaluó los factores que guían la toma de decisiones en una versión modificada de la IGT. Para ello, exploré la respuesta emocional a partir de las SCR emitidas antes y después de cada elección y de cada respuesta, debido a que era la primera vez que se medía la respuesta emocional en esa tarea. Adicionalmente, evalué la respuesta conductual mediante el desempeño de los participantes a lo largo de la tarea y el conocimiento explicito adquirido. Finalmente correlacioné las diferentes variables para comprender los factores que mediaron en la toma de decisiones.

En la primera parte de la tesis expuse la relación entre la emoción y la toma de decisiones mediante la Hipótesis del Marcador Somático. Los marcadores somáticos se definieron como los cambios registrados a nivel somático relacionados con la emoción que, basados en el valor esperado de los resultados, alertan sobre la condición ventajosa o desventajosa de la baraja (Bechara et al., 1994; Bechara et al., 1997; Bechara et al., 1999). También, expuse las bases biológicas de la Hipótesis de Marcador Somático. Mostré las funciones integradoras de la CPRVm y la CPFDL que dan lugar a los marcadores somáticos. Posteriormente, presenté las medidas de la SCR como un indicador del marcador somático. Más adelante abordé la IGT, sus características y enfaticé que esta es la tarea más utilizada en el estudio de la emoción y la toma de decisiones. Finalicé la sección mostrando evidencia a favor de la Hipótesis de Marcador Somático partiendo por el primer estudio de Damasio (1994).

En la segunda parte, contrasté y discutí dos hipótesis alternativas sobre la función de los marcadores somáticos: la primera indicó que la función de los marcadores somáticos es predecir las magnitudes de las recompensas inmediatas y la

segunda señaló que el marcador somático se presenta ante situaciones de incertidumbre como mecanismo atencional que prepara al sujeto para recibir nueva información que contribuye a resolver la incertidumbre. En la tercera parte identifiqué las fallas atribuidas a la tarea tradicionalmente usada para medir los marcadores somáticos. Por esto, propuse medir los marcadores somáticos mediante una tarea alterna que busca solventar varias críticas previas.

A continuación, discuto los resultados obtenidos: en la primera sección abordaré la respuesta emocional en la IGT-M, seguido del análisis de la respuesta conductual y la exploración del conocimiento explicito adquirido. Posteriormente interpreto los resultados de las correlaciones obtenidas entre las variables evaluadas para determinar los factores que mediaron la toma de decisiones en la IGT-M. Finalmente, menciono las limitaciones del presente estudio, así como las recomendaciones para futuras investigaciones.

4.1 Función de los marcadores somáticos en la IGT-M

El presente estudio evaluó la respuesta emocional en la toma de decisiones realizadas en la IGT-M. Un hallazgo importante de la investigación fue la correlación entre los marcadores somáticos y la frecuencia de elección de las barajas, según el tipo de elecciones que realizó el participante. Se observó una relación fuerte y negativa entre los marcadores somáticos y la frecuencia de elección de la opción “Jugar”. Es decir, los participantes que presentaron altos marcadores somáticos antes de elegir la opción “Jugar”, seleccionaron en pocas barajas esa opción. En contraste, se observó una relación fuerte y positiva entre los marcadores somáticos y la frecuencia de elección de la opción “Pasar”. Es decir, los participantes que presentaron altos marcadores somáticos antes de elegir la opción “Pasar”, seleccionaron en la mayoría de las barajas, la opción “Pasar” Estos hallazgos indicaron una relación entre la intensidad de los marcadores somáticos y la elección de jugar o pasar.

Estos resultados son diferentes a los reportados en estudios que utilizaron la versión tradicional de la IGT. En dichos estudios se estableció una relación positiva entre la intensidad de los marcadores somáticos y el desempeño del participante en la tarea: algunos estudios reportaron que los marcadores somáticos de mayor amplitud se relacionan con un buen desempeño en la tarea (Carter & Smith-Pasqualini, 2004; Guillaume et al.,2009; Mardaga & Hansenne,2012; Miu et al.,2012; Simonovic, Stupple, Gale & Sheffield, 2019), mientras que un estudio con profesionales expertos en economía y psicología reportó que los marcadores somáticos de mayor amplitud se relacionan con un mal desempeño en la tarea (Ottaviani, & Vandone, 2015). Otra diferencia observada entre los resultados obtenidos y los reportados en estudios que utilizaron la versión tradicional de la IGT, es que la frecuencia de elección de las cartas no se relacionó con la condición ventajosa o desventajosa de la baraja. Se ha reportado ampliamente en la IGT una mayor frecuencia de elección de cartas pertenecientes a las barajas ventajosas, cuando los participantes no presentan daños neuronales (Carter & Smith-Pasqualini, 2004; Guillaume et al.,2009; Mardaga & Hansenne,2012; Miu et al., 2012).

Las diferencias entre los resultados de la literatura sobre la IGT tradicional y los resultados del presente experimento pudieron deberse a las diferencias en el tipo de elección que debían realizar los participantes. En las investigaciones que utilizaron la IGT tradicional, el participante debía escoger una de cuatro opciones disponibles, cada opción contaba con diferentes probabilidades de ganancias y pérdidas (Bechara et al., 1994; Bechara et al., 1997; Tomb, Hauser, Deldin & Caramazza, 2002; Davis, Love & Maddox, 2009; Wright, Rakow y Russo, 2017). Sin embargo, en la IGT-M el participante debía escoger una de dos opciones: “Jugar” o “Pasar”. Las consecuencias de la selección dependieron de la carta que el sistema le presentó al participante.

Debido a la naturaleza de la IGT-M los resultados que se presentan son poco comparables con los estudios tradicionales de la IGT. A pesar de ello, la IGT-M solucionó algunas de las críticas realizadas a la IGT tradicional (ver pág. 30). Por

ejemplo, se criticó que la IGT tradicional podía fomentar la elección de una sola baraja, mientras que la IGT-M obliga al participante a explorar todas las barajas, ya que, el sistema señala la carta sobre la cual se debe tomar una decisión. Por otro lado, la estructura de la IGT-M basada en las opciones "Jugar" y "Pasar" permite evaluar las diferencias individuales de los participantes, como la sensibilidad al refuerzo o al castigo (Peters & Slovic, 2000; Cauffman, et al., 2010), mientras que, en la versión tradicional, no pueden evaluar. Así mismo, la IGT-M permite interpretar por separado los datos de elección y omisión de barajas "ventajosas" y "desventajosas", mientras que en la IGT tradicional dichos datos se unían y se evaluaban en una sola medida: Puntaje Neto (Cauffman, et al., 2010).

La presente tesis también evaluó la respuesta emocional posterior a las ganancias y pérdidas, ya que es un área poco explorada. Se esperaba que las barajas con altas ganancias generaran SCR reactivas de alta amplitud (Lole et al., 2012). Sin embargo, la amplitud de las SCR reactivas frente a las ganancias no fue equivalente a la magnitud de las recompensas. De hecho, al contrastar las SCR reactivas de las diferentes barajas, no se presentaron diferencias significativas. En contraste, al comparar las SCR reactivas de las ganancias y pérdidas en cada baraja se observaron diferencias en las SCR reactivas de la baraja C. Esta baraja se caracterizó porque la frecuencia y el valor de las ganancias y pérdidas fue el mismo. A pesar de ello, hubo mayor amplitud de las SCR frente a las pérdidas que frente a las ganancias. Lo anterior indicó que la activación emocional para esta baraja fue mayor frente a las perdidas. Estos resultados fueron consistentes con un estudio previo que reportó SCR significativamente mayor frente a las pérdidas, cuando los valores de las ganancias y pérdidas eran similares (Sokol et al., 2009). En contraste, los resultados de las SCR reactivas de las otras barajas (A, B y D), son inconsistentes con los resultados del estudio de Astor, Adam, Jähnig y Seifert (2013) quienes reportan que las SCR aumentan en función de los valores de las recompensas.

La función del marcador somático ha sido un aspecto ampliamente debatido. Los datos del presente experimento dieron indicios de la función del marcador somático en la toma de decisiones. En el marco teórico se expusieron tres hipótesis sobre la función de los marcadores somáticos: la primera hipótesis indica que el marcador somático se presenta a modo de alarma o incentivo en función del valor esperado (Bechara et al., 1994; Bechara & Damasio, 2005). De ser así, los resultados debían mostrar similitud en los marcadores somáticos de las barajas A y B o de las barajas C y D. Ya que dichos pares de barajas comparten el valor esperado[6] .

La segunda hipótesis indica que el marcador somático se presenta en función de la magnitud de la recompensa inmediata, es decir, en función del valor de las consecuencias a corto plazo (Tomb, Hauser, Deldin & Caramazza, 2002). De ser así, los resultados debían mostrar marcadores somáticos de alta amplitud previos a la elección de la opción "Jugar" de las barajas A y B, dado que la magnitud de las recompensas es alta para dichas barajas.

Finalmente, la tercera hipótesis indica que el marcador somático es un mecanismo atencional basado en la emoción cuya función es preparar al organismo para recibir nueva información que contribuya a resolver la incertidumbre de las consecuencias (Davis, Love & Maddox, 2009). Desde esta perspectiva la elección de las barajas A y B genera mayor incertidumbre, ya que, presentan alta variación entre los valores de las pérdidas (Yen, Chou, Chung & Chen, 2012), lo cual explica los altos picos de SCR. De ser así, los resultados debían mostrar SCR de alta amplitud previo a la elección de la opción "Jugar" de las barajas A y B.

Sin embargo, los resultados obtenidos no presentaron el patrón predicho por ninguna de las tres hipótesis presentadas. Los datos del presente estudio indicaron que

[6] Las barajas A y B tienen un valor esperado de -250 y las barajas C y D tienen un valor esperado de 250.

los marcadores somáticos tienen diferentes funciones según el tipo de elección que realiza el participante: ante la opción "Jugar" los marcadores somáticos se presentaron en forma de alarma, ya que hubo mayor amplitud de las SCR en las barajas con menor frecuencia de elección. Por el contrario, ante la opción "Pasar" los marcadores somáticos se presentaron en forma de incentivo, ya que hubo mayor amplitud de las SCR en las barajas con mayor frecuencia de elección. La activación observada en función de las opciones "Jugar" y "Pasar" parece indicar un razonamiento basado en las consecuencias a corto plazo: si el participante selecciona la opción "Jugar" perderá dinero, por el contrario, si el participante selecciona la opción "Pasar" va a preservar el dinero que tiene disponible.

La literatura ha tratado de hallar el factor que activa los marcadores somáticos y guía la toma de decisiones. Por ejemplo, Damasio (1997) propuso que el factor que promueve el surgimiento del marcador somático es el "Valor esperado", mientas que Tomb y sus colegas (2002), indicaron que el factor que promueve el surgimiento del marcador somático es la "magnitud de las consecuencias". Los resultados de este estudio muestran que otro factor clave es el tipo de elección. Dado que los resultados variaron según el instrumento utilizado, es decir que la amplitud de la SCR varió según el contexto en el que se tomó la decisión, se deduce que no existe un solo factor que active los marcadores somáticos y guíe la toma de decisiones.

Se especula que la presencia de los marcadores somáticos depende del contexto, de las contingencias en éste y la saliencia de factores (e, g. recompensas, frecuencia de ganancias y pérdidas, valor esperado, etc.). Es decir, los marcadores somáticos se activarán según el factor que sobresale del contexto y que genera mayor respuesta emocional. Damasio explicó que ante cada evento experimentado se genera un marcador somático, por lo cual, es natural que al momento de tomar decisiones se activen diferentes marcadores somáticos (Bechara, & Damasio, 2005; Reimann & Bechara, 2010). Sin embargo, solo predomina la señal somática más fuerte (Reimann & Bechara, 2010; Bechara, & Damasio, 2005). El marcador somático predominante

influye en la toma de decisiones en forma de incentivo o alarma ante las opciones de respuesta (Bechara et al., 2005). Probablemente la señal somática más fuerte se relaciona con el estímulo saliente del contexto en el cual se está tomando la decisión.

4.2 Factores que intervienen la toma de decisiones en la IGT-M

Los resultados revelaron una tendencia entre la frecuencia de elección y la frecuencia de pérdida: al contrastar la frecuencia de elección entre las opciones "Jugar" y "Pasar", se presentó mayor número de elecciones de la opción "Jugar" en las barajas B y D, cuya frecuencia de pérdida es del 10%. Adicionalmente, se presentó mayor número de elecciones de la opción "Pasar" al contrastarla con la opción "Jugar" en las barajas A y C, cuya frecuencia de pérdida es del 50%. A pesar de la ausencia de diferencias significativas, los datos parecen revelar que la frecuencia de pérdida interviene en la decisión de jugar o pasar. La tendencia encontrada es coherente con el fenómeno denominado "*baraja prominente B*". Desde esta perspectiva, los participantes toman decisiones en función de la frecuencia de ganancias y pérdidas de las barajas y no por el valor esperado (Lin, Chiu , Lee & Hsieh, 2007; Chiu, et al., 2008). Cabe aclarar que este fenómeno se ha estudiado solamente a nivel comportamental con la IGT tradicional y no se ha evaluado desde una perspectiva fisiológica.

Se evaluó si la ejecución de los participantes se relaciona con el conocimiento explícito de la tarea. Los datos indicaron que no hubo ninguna relación entre ambas medidas. Los resultados fueron contrarios a estudios que mostraron que, en la versión tradicional, los participantes se desempeñaron mejor debido al conocimiento explícito sobre las características de las barajas (Maia & McClelland, 2004; Guillaume et al., 2009). De hecho, una investigación previa reportó que 40 ensayos eran suficientes para desarrollar conocimiento explícito sobre las reglas de la tarea y seleccionar las barajas ventajosas (Fernie & Tunney, 2013). La IGT-M de este estudio poseía 120 ensayos y el cuestionario se implementó al finalizar la tarea. Los datos reflejaron que un bajo porcentaje de participantes desarrolló un conocimiento explícito correcto

sobre las reglas de la tarea. Sin embargo, los participantes que desarrollaron un conocimiento explícito correcto de las reglas de la tarea no seleccionaron consistentemente barajas ventajosas. Estos datos son congruentes con los resultados de Maia y McClelland (2004), quienes indicaron que los participantes que reportan un conocimiento correcto de las reglas de la tarea, no lo utilizan para tomar decisiones ventajosas. Esta desconexión entre el conocimiento y la conducta emitida por los participantes puede ser un indicador de que la respuesta emocional modula la toma de decisiones, incluso cuando existe información disponible sobre las consecuencias (i.e toma de decisiones bajo certeza y riesgo).

Investigaciones previas evaluaron si existen diferencias en la toma de decisiones de participantes que obtienen pago real o pago ficticio. Sin embargo, los estudios que utilizaron pago real no controlaron si la disponibilidad de dinero con la cual contaban los participantes era un factor que podía influir en la toma de decisiones. Dado que en el presente estudio los participantes recibieron un pago similar a las ganancias obtenidas, se evaluó si el pago real afectó la toma de decisiones. Los resultados indicaron que los participantes con menor disponibilidad económica semanal se desempeñaron mejor en la tarea. No se esperaba encontrar esta correlación ya que, investigaciones previas que hicieron uso de la IGT tradicional no encontraron un efecto del pago real sobre el desempeño de la tarea (Bowman y Turnbull, 2003; Carter y Pasqualini, 2004). Es la primera vez que se reporta en la IGT que el pago real se relaciona con la ejecución de la tarea, según la disponibilidad de dinero con la que cuenta el participante.

Los participantes se caracterizaron por una disminución gradual en la elección de barajas ventajosas, esto contradice lo reportado en la literatura tradicional de la IGT (Bechara, Damasio, Damasio & Anderson, 1994). Los datos del desempeño en la tarea no son comparables con los resultados de Cauffman (2010), dadas las diferencias metodológicas entre ambos estudios: por ejemplo, el tiempo de presentación de los estímulos (modificado para la medición de SCR), las diferencias en los valores de la

baraja C (modificado para que coincida totalmente con los valores de la IGT tradicional) y el pago por participar en el experimento (introducido para mantener la motivación durante la tarea ya que, el tiempo mínimo de ejecución de la IGT era de 30 minutos, sin contar la realización de los cuestionarios).

4.3 Limitaciones

El estudio presentó varias limitaciones. La primera es que no se tuvo en cuenta un grupo adicional para comparar los resultados. Como se mencionó anteriormente, se tuvieron que realizar varias modificaciones a la tarea de Cauffman (2010) para poder medir las SCR y contrastar los datos de las medidas emocionales con los resultados existentes en la tarea tradicional. Lo anterior se realizó con el objetivo de tener una base teórica con la cual contrastar la medida fisiológica. Adicionalmente, las modificaciones realizadas a la tarea de Cauffman generaron que la realización de la tarea fuera exhaustiva, por lo cual, se motivó a los participantes con una remuneración económica. Todas estas modificaciones generaron que los datos no fueran comparables con una tarea específica, factor que disminuye la validez externa de los datos encontrados.

Una segunda limitación fue el pago económico: el componente económico correlacionó con el desempeño de la tarea, sin embargo, se desconoce si el componente emocional guía la toma de decisiones en esta tarea, cuando no se presenta una remuneración económica.

Una tercera limitación fue el número de participantes utilizados en la presente investigación: si bien el número de participantes utilizado se calculó utilizando G-power, los cambios realizados a la tarea pudieron generar que el número de participantes necesario fuera mayor. Se introduce el número de participantes como una limitación dado que algunos datos no mostraron diferencias significativas, así mismo, el análisis visual de los datos parece indicar que hubo algunas tendencias que pudieron ser significativas si el número de participantes hubiese sido mayor.

Dadas las limitaciones del estudio, se presentan varias sugerencias para futuras investigaciones. La primera sugerencia es aumentar el número de participantes a 22. Con esta muestra se podrá obtener un tamaño del efecto grande. De igual forma, se sugiere evaluar si el componente emocional guía la toma de decisiones cuando el pago es ficticio. Se especula que el pago ficticio fomentará la relación entre los marcadores somáticos y el desempeño en la tarea.

4.4 Conclusiones

El objetivo del presente estudio fue evaluar los factores que guían la toma de decisiones en una tarea modificada de la IGT. Para ello, exploré la respuesta emocional conductual y el conocimiento explicito adquirido. Las crecientes críticas a la IGT y las teorías alternas sobre la función de los marcadores somáticos han impedido avanzar en el estudio de la emoción en la toma de decisiones. Por esto, propuse medir los marcadores somáticos mediante una tarea alterna que busca solventar varias de las críticas planteadas.

Uno de los principales aportes de la presente tesis fue metodológico ya que se modificó la IGT de Cauffman (2010) para evaluar por primera vez el rol de los marcadores somáticos en esta tarea. Los resultados mostraron que los marcadores somáticos se relacionan con la toma de decisiones de los participantes: marcadores somáticos de mayor amplitud previos a la opción “Jugar” se relacionaron con baja frecuencia de elección. Por el contrario, marcadores somáticos de mayor amplitud previos a la opción “Pasar” se relacionaron con alta frecuencia de elección.

Adicionalmente, el estudio aportó evidencia sobre el rol de los marcadores somáticos, específicamente se pone en entredicho la idea de que los marcadores somáticos se presentan exclusivamente en función de: (a) la condición ventajosa o desventajosa de la baraja, (b) la magnitud de las recompensas o (c) el nivel de incertidumbre que experimenta el participante.

El presente estudio no soporta la idea de que los marcadores somáticos guíen la toma de decisiones hacia la opción más ventajosa. Estos resultados se contraponen a varias investigaciones (Bechara et al., 1994; Bechara et al., 1997; Tomb, Hauser, Deldin & Caramazza, 2002; Davis, Love & Maddox, 2009; Wright, Rakow y Russo, 2017). Sin embargo, los resultados indican que el tipo de elección es otro factor que puede modular la presencia de los marcadores somáticos. Al contrastar los resultados del presente estudio con los estudios sobre los marcadores somáticos y la toma de decisiones, se concluye que no existe un solo factor que fomente la presencia de los marcadores somáticos. Por el contrario, la literatura previa indica que la presencia de los marcadores somáticos depende del contexto, de las contingencias en éste y la saliencia de factores: ante una decisión se activarán diferentes marcadores somáticos asociados a diferentes factores, pero solo predominará la señal somática más fuerte (Bechara, & Damasio, 2005; Reimann & Bechara, 2010).

Los resultados de este trabajo apoyan la idea de que los marcadores somáticos se presentan en modo de alarma o incentivo (Bechara et al., 2005). La amplitud de los marcadores somáticos correlacionados con la frecuencia de elección permitió inferir en el contexto de esta investigación que la función del marcador somático varía de acuerdo con el tipo de elección. Ante la opción “Jugar” el marcador somático se presentó en forma de alarma, en cambio, ante la opción “Pasar” el marcador somático se presentó en forma de incentivo. Dado que es la primera vez que se evalúan los marcadores somáticos en una tarea de elección binaria, no se puede contrastar este dato con otras investigaciones.

La importancia de este estudio radica en que se propone un procedimiento para medir los marcadores somáticos en una tarea alterna de la IGT, se aporta información que confirma que los marcadores somáticos guían la toma de decisiones y que éstos se manifiestan en forma de alarma o incentivo. Adicionalmente no se apoya la hipótesis de que el conocimiento explícito sobre las reglas de la tarea se relaciona con una buena toma de decisiones y se aporta información sobre la función de los marcadores

somáticos. Por lo que la presente tesis abre las puertas a nuevas investigaciones sobre la función de los marcadores somáticos en la toma de decisiones partiendo de una tarea alterna y es una propuesta metodológica para la investigación en esta área.

5. Anexos

5.1 Anexo A: Instrucciones presentadas al participante

Por favor lee con mucha atención.

Tu objetivo en este juego es ganar tanto dinero como puedas. Para empezar, te prestaremos $10.000 pesos reales. Puedes ganar más dinero si apuestas bien, pero también puedes perderlo si apuestas mal.

En la pantalla aparecerán 4 barajas. Cada baraja tiene cartas con ganancias y/o pérdidas. En cada jugada aparecerá una flecha amarilla encima de una de las barajas. La flecha indica que debes decidir entre APOSTAR por una carta de esa baraja o PASAR.

Cada vez que decides APOSTAR por una carta de esa baraja puedes ganar, perder o mantener tu saldo igual. Si decides PASAR no ganas ni pierdes dinero.

Debes esperar para APOSTAR o PASAR hasta que aparezca en la pantalla el aviso: JUEGUE AHORA.

Cuando decidas APOSTAR por la carta de la baraja señalada, oprime el botón verde del teclado. Cuando decidas PASAR oprime el botón blanco.

Cada vez que apuestes o pases, te mostraremos la suma de dinero real que has ganado o perdido en cada jugada. También verás tu saldo total actual y el saldo con el que contabas en la jugada anterior.

Tendrás 120 jugadas, (lo que tomará aproximadamente 20 minutos).

Te pagaremos en efectivo la cantidad de dinero de tu saldo total al final del juego. Recuerda, empezarás con un préstamo de $10.000. Al finalizar podrás tener más o menos dinero dependiendo de si tú decides APOSTAR por las barajas adecuadas o PASAR las barajas inadecuadas. Estas apostando dinero real, esfuérzate por ganar.

Importante:

Siempre espera a que aparezca el mensaje JUEGUE AHORA.

Para APOSTAR presiona la tecla verde.

Para PASAR presiona la tecla blanca.

No tendrás más oportunidades para resolver tus dudas. Vuelve a leer arriba o pregúntanos ahora si no entiendes algo.

5.2 Anexo B: Cuestionario conocimiento explícito

Conocimiento general de la tarea:

Por favor responda las siguientes preguntas:

1). ¿Cree que las ganancias eran iguales entre las cuatro barajas?

- Si
- No

2). ¿Cree que las pérdidas eran iguales entre las cuatro barajas?

- Si
- No

3). ¿Cree que había alguna baraja o barajas que generaban MAS ganancias que las demás?

- Si
- No

4). ¿Cree que había alguna baraja o barajas que generaban MENOS ganancias que las demás?

- Si
- No

Conocimiento Específico de la Tarea:

Por favor responda las siguientes preguntas teniendo como referencia la siguiente imagen:

Baraja 1 Baraja 2 Baraja 3 Baraja 4

5). De las barajas presentadas a continuación, seleccione la que considera generaba más ganancias A LARGO PLAZO"

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

6). De las barajas presentadas a continuación, seleccione la que considera generaba m*ás* ganancias A CORTO PLAZO

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

7). De las barajas presentadas a continuación, seleccione la segunda baraja que considera generaba más ganancias A LARGO PLAZO

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

8). De las barajas presentadas a continuación, seleccione la segunda baraja que considera generaba más ganancias A CORTO PLAZO

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

9). De las barajas presentadas a continuación, seleccione la que considera genera

MENOS GANANCIAS A LARGO PLAZO

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

10). De las barajas presentadas a continuación, seleccione la que considera generaba MENOS GANANCIAS A CORTO PLAZO

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

11). De las barajas presentadas a continuación, seleccione la segunda baraja que considera generaba MENOS GANANCIAS A LARGO PLAZO"

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

12). De las barajas presentadas a continuación, seleccione la segunda baraja que considera generaba MENOS GANANCIAS A CORTO PLAZO"

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

Conocimiento Auto ejecución en la tarea:

13). Seleccione la baraja de la cual prefirió JUGAR más cartas"

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

14) Seleccione la baraja de la cual prefirió PASAR más cartas

- Baraja 1
- Baraja 2
- Baraja 3
- Baraja 4

6. Bibliografía

Agren, T., Millroth, P., Andersson, P., Ridzén, M., & Björkstrand, J. (2019). Detailed analysis of skin conductance responses during a gambling task: Decision, anticipation, and outcomes. Psychophysiology, 56(6), e13338.

Areias, G., Paixão, R., & Figueira, A. P. C. (2013). O Iowa Gambling Task: uma revisão crítica. Psicologia: Teoria e Pesquisa, 29(2), 201-210.

Astor, P. J., Adam, M. T., Jähnig, C., & Seifert, S. (2013). The joy of winning and the frustration of losing: A psychophysiological analysis of emotions in first-price sealed-bid auctions. Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics, 6(1), 14.

Balodis, I. M., MacDonald, T. K., & Olmstead, M. C. (2006). Instructional cues modify performance on the Iowa Gambling Task. Brain and Cognition, 60(2), 109-117.

Bechara, A. (2003). Risky business: emotion, decision-making, and addiction. Journal of gambling studies, 19(1), 23-51.

Bechara, A., & Damasio, A. R. (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. Games and economic behavior, 52(2), 336-372.

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.

Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., & Lee, G. P. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. Journal of Neuroscience, 19(13), 5473-5481.

Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. Science, 275(5304), 1293-1295.

Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. Trends in cognitive sciences, 9(4), 159-162.

Brand, M., Recknor, E. C., Grabenhorst, F., & Bechara, A. (2007). Decisions under ambiguity and decisions under risk: correlations with executive functions and comparisons of two different gambling tasks with implicit and explicit rules. Journal of clinical and experimental neuropsychology, 29(1), 86-99.

Brevers, D., Bechara, A., Cleeremans, A., & Noël, X. (2013). Iowa Gambling Task (IGT): twenty years after–gambling disorder and IGT. Frontiers in psychology, 4, 665.

Buelow, M. T., Okdie, B. M., & Blaine, A. L. (2013). Seeing the forest through the trees: improving decision making on the Iowa gambling task by shifting focus from short-to long-term outcomes. Frontiers in psychology, 4, 773.

Carter, S., & Pasqualini, M. C. S. (2004). Stronger autonomic response accompanies better learning: A test of Damasion's somatic marker hypothesis. Cognition and Emotion, 18, 901-911

Cauffman, E., Shulman, E. P., Steinberg, L., Claus, E., Banich, M. T., Graham, S., & Woolard, J. (2010). Age differences in affective decision making as indexed by performance on the Iowa Gambling Task. Developmental psychology, 46(1), 193.

Chiu, Y. C., & Lin, C. H. (2007). Is deck C an advantageous deck in the Iowa Gambling Task?. *Behavioral and Brain Functions*, *3*(1), 37.

Chiu, Y. C., Huang, J. T., Duann, J. R., & Lin, C. H. (2018). Twenty Years After the Iowa Gambling Task: Rationality, Emotion, and Decision-Making. Frontiers in psychology, 8, 2353.

Chiu, Y. C., Lin, C. H., Huang, J. T., Lin, S., Lee, P. L., & Hsieh, J. C. (2008). Immediate gain is long-term loss: Are there foresighted decision makers in the Iowa Gambling Task?. Behavioral and Brain Functions, 4(1), 13.

Cleeremans, A., Destrebecqz, A. & Boyer, M. (1998) Trends Cogn. Sci. 2, 406–416

Critchley, H. D., Elliott, R., Mathias, C. J., & Dolan, R. J. (2000). Neural activity relating to generation and representation of galvanic skin conductance responses: a

functional magnetic resonance imaging study. Journal of Neuroscience, 20(8), 3033-3040.

Crone, E. A., Somsen, R. J. M., Van Beek, B., & Van der Molen, M. (2004). Heart rate and skin conductance analysis of antecedents and consequences of decision making. Psychophysiology, 41, 531–540.

Crone, E. A., Bunge, S. A., Latenstein, H., van der Molen, M. W. (2005). Characterization of children's decision making: sensitivity to punishment frequency, not task complexity. Child Neuropsychology, 11, 245-263.

Damasio, A. (2010). Self Comes to Mind, Nueva York.

Damasio, A. (2018). Y el cerebro creó al hombre: ¿Cómo pudo el cerebro generar emociones, sentimientos, ideas y el yo? Ediciones Destino.

Damasio, A. R. (1994). Descartes' error: Emotion, rationality and the human brain.

Damasio, A. R., Tranel, D., & Damasio, H. (1990). Individuals with sociopathic behavior caused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli. Behavioural brain research, 41(2), 81-94.

Damasio, A. R., Tranel, D., & Damasio, H. C. (1991). Somatic markers and the guidance of behavior: theory and preliminary testing. In Levin, H. S., Eisenberg, H. M., & Benton, A. L. (Eds.). Frontal lobe function and dysfunction. Oxford University Press, New York, pp.217-229.

Davis, T., Love, B. C., & Maddox, W. T. (2009). Anticipatory emotions in decision tasks: Covert markers of value or attentional processes? Cognition, 112(1), 195-200.

Denburg, N. L., Recknor, E. C., Bechara, A., & Tranel, D. (2006). Psychophysiological anticipation of positive outcomes promotes advantageous decision-making in normal older persons. International journal of psychophysiology, 61(1), 19-25.

Dunn, B. D., Dalgleish, T., & Lawrence, A. D. (2006). The somatic marker hypothesis: A critical evaluation. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 30(2), 239-271.

FeldmanHall, O., Glimcher, P., Baker, A. L., & Phelps, E. A. (2016). Emotion and decision-making under uncertainty: Physiological arousal predicts increased

gambling during ambiguity but not risk. Journal of Experimental Psychology: General, 145(10), 1255.

Gobierno Nacional. (2006). Ley 1090 de 2006. Bogotá, D. C Imprenta Nacional. Recuperado: http://www.imprenta.gov.co/gacetap/gaceta.mostrar_documento?p_tipo=05&p_numero=211&p_consec=41421

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).

Greco, A., Valenza, G., & Scilingo, E. P. (2016). Advances in Electrodermal Activity Processing with Applications for Mental Health. Berlin: Springer.

Guenot, M., Isnard, J., & Sindou, M. (2004). Surgical anatomy of the insula. In Advances and technical standards in neurosurgery (pp. 265-288). Springer, Vienna.

Guillaume, S., Jollant, F., Jaussent, I., Lawrence, N., Malafosse, A. & Courtet, P. (2009) Somatic markers and explicit knowledge are both involved in decision-making. Neuropsychologia, 47, 2120–2124.

Heilman, R. M., Crişan, L. G., Houser, D., Miclea, M., & Miu, A. C. (2010). Emotion regulation and decision making under risk and uncertainty. Emotion, 10(2), 257.

Hinson, J. M., Jameson, T. L., & Whitney, P. (2002). Somatic markers, working memory, and decision making. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 2(4), 341-353.

Izard, C. E. (1989). The structure and functions of emotions: Implications for cognition, motivation, and personality.

Kalat, J., & Shiota, M. (2011). Emotion. Nelson Education.

Konstantinidis, E., & Shanks, D. R. (2014). Don't bet on it! Wagering as a measure of awareness in decision making under uncertainty. Journal of Experimental Psychology: General, 143(6), 2111.

Kutas, M., DeLong, K. A., Smith, N. J., & Bar, M. (2011). Predictions in the brain: Using our past to generate a future.

Lin, C. H., Chiu, Y. C., Lee, P., and Hsieh, J. (2007). Is deck B a disadvantageous deck in the Iowa gambling task? Behav. Brain Funct. 3, 16.

Lole, L., Gonsalvez, C. J., Blaszczynski, A., & Clarke, A. R. (2012). Electrodermal activity reliably captures physiological differences between wins and losses during gambling on electronic machines. Psychophysiology, 49(2), 154-163.

Maia, T. V., & McClelland, J. L. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: what participants really know in the Iowa gambling task. Proceedings of the National Academy of Sciences, 101(45), 16075-16080.

Mardaga, S., & Hansenne, M. (2012). Personality and Skin ConductanceResponses to Reward and Punishment Influence on the IowaGambling Task Performance.Journal of Individual Differences,33, 17–23

Merigó, J. M. (2015). Decision-making under risk and uncertainty and its application in strategic management. Journal of Business Economics and Management, 16(1), 93-116.

Miu, A. C., Heilman, R. M., & Houser, D. (2008). Anxiety impairs decision-making: psychophysiological evidence from an Iowa Gambling Task. Biological psychology, 77(3), 353-358.

Miu, A. C., Crisan, L. G., Chis, A., Ungureanu, L., Druga, B., & Vulturar,R. (2012). Somatic markers mediate the effect of serotonin trans-porter gene polymorphisms on Iowa Gambling Task.Genes, Brainand Behavior, 11, 398–403

Montañés, M. C. (2005). Psicología de la emoción: el proceso emocional. Universidad de Valencia.

Muñoz, J. M. (2017). Somatic markers, rhetoric, and post-truth. Frontiers in psychology, 8, 1273.

Nagai, Y., Critchley, H. D., Featherstone, E., Trimble, M. R., & Dolan, R. J. (2004). Activity in ventromedial prefrontal cortex covaries with sympathetic skin conductance level: a physiological account of a “default mode” of brain function. Neuroimage, 22(1), 243-251.

Nasoz, F., Alvarez, K., Lisetti, C. L., & Finkelstein, N. (2004). Emotion recognition from physiological signals using wireless sensors for presence technologies. Cognition, Technology & Work, 6(1), 4-14.

Ogorevc, J., Geršak, G., Novak, D., & Drnovšek, J. (2013). Metrological evaluation of skin conductance measurements. Measurement, 46(9), 2993-3001.

Ottaviani, C., & Vandone, D. (2015). Decision-Making under uncertainty and demand for health insurance. Journal of Psychophysiology.

Pace-Schott, E. F., Nave, G., Morgan, A., & Spencer, R. M. (2012). Sleep-dependent modulation of affectively guided decision-making. Journal of sleep research, 21(1), 30-39.

Pereira Restrepo, S. (2019). Emociones, intencionalidad y racionalidad práctica. William James y Antonio Damasio. Ideas y Valores, 68 (170), 13-36.

Peters, E., & Slovic, P. (2000). The springs of action: Affective and analytical information processing in choice. Personality and social psychology bulletin, 26(12), 1465-1475.

Phelps, E. A., O'Connor, K. J., Gatenby, J. C., Gore, J. C., Grillon, C., & Davis, M. (2001). Activation of the left amygdala to a cognitive representation of fear. Nature neuroscience, 4(4), 437.

Poppa, T., & Bechara, A. (2018). The somatic marker hypothesis: revisiting the role of the 'body-loop'in decision-making. Current Opinion in Behavioral Sciences, 19, 61-66.

Posner, J., Russell, J. A., & Peterson, B. S. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. Development and psychopathology, 17(3), 715-734.

Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A. S., McNamara, J. O., & White, L. E. (2004). Neuroscience, Sinauer Associates. Inc., USA.

Reimann, M., & Bechara, A. (2010). The somatic marker framework as a neurological theory of decision-making: Review, conceptual comparisons, and future neuroeconomics research. Journal of Economic Psychology, 31(5), 767-776.

Saver, J. L., & Damasio, A. R. (1991). Preserved access and processing of social knowledge in a patient with acquired sociopathy due to ventromedial frontal damage. Neuropsychologia, 29(12), 1241-1249.

Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2008). Episodic simulation of future events: Concepts, data, and applications. Annals of the New York Academy of Sciences, 1124(1), 39-60.

Schacter, D. L., Addis, D. R., Hassabis, D., Martin, V. C., Spreng, R. N., & Szpunar, K. K. (2012). The future of memory: remembering, imagining, and the brain. Neuron, 76(4), 677-694.

Schacter, D. L., Benoit, R. G., De Brigard, F., & Szpunar, K. K. (2015). Episodic future thinking and episodic counterfactual thinking: Intersections between memory and decisions. Neurobiology of learning and memory, 117, 14-21.

Senior, C., Russell, T., Gazzaniga, M. S., & Raessens, J. (2006). Methods in mind. MIT press.

Shanks, D. R. & St. John, M. F. (1994) Behav. Brain Sci. 17, 367–447.

Simonovic, B., Stupple, E. J., Gale, M., & Sheffield, D. (2017). Stress and risky decision making: Cognitive reflection, emotional learning or both. Journal of Behavioral Decision Making, 30(2), 658-665.

Simonovic, B., Stupple, E., Gale, M., & Sheffield, D. (2019). Sweating the small stuff: A meta-analysis of skin conductance on the Iowa gambling task. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 19(5), 1097-1112.

Smith, E. E., Kosslyn, S. M., Platón, R., & Josetr, M. (2008). Procesos cognitivos: modelos y bases neurales (No. 616.8: 159.9). Pearson Educación,.

Sokol-Hessner, P., Hsu, M., Curley, N. G., Delgado, M. R., Camerer, C. F., & Phelps, E. A. (2009). Thinking like a trader selectively reduces individuals' loss aversion. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(13), 5035-5040.

Szpunar, K. K. (2010). Episodic future thought: An emerging concept. Perspectives on Psychological Science, 5(2), 142-162.

Tomb, I., Hauser, M., Deldin, P., & Caramazza, A. (2002). Do somatic markers mediate decisions on the gambling task?. Nature neuroscience, 5(11), 1103-1104.

Turnbull, O. H., Bowman, C., Shanker, S., & Davies, J. (2014). Emotion-based learning: insights from the Iowa Gambling Task. Frontiers in psychology, 5, 162.

Van den Bos, R., Houx, B. B., & Spruijt, B. M. (2006). The effect of reward magnitude differences on choosing disadvantageous decks in the Iowa Gambling Task. Biological psychology, 71(2), 155-161.

Werner, N. S., Duschek, S., & Schandry, R. (2009). Relationships between affective states and decision-making. International Journal of Psychophysiology, 74(3), 259-265.

Werner, N. S., Schweitzer, N., Meindl, T., Duschek, S., Kambeitz, J., & Schandry, R. (2013). Interoceptive awareness moderates neural activity during decision-making. Biological psychology, 94(3), 498-506.

Williams, L. M., Phillips, M. L., Brammer, M. J., Skerrett, D., Lagopoulos, J., Rennie, C., & Gordon, E. (2001). Arousal dissociates amygdala and hippocampal fear responses: evidence from simultaneous fMRI and skin conductance recording. Neuroimage, 14(5), 1070-1079.

Wright, R. J., Rakow, T., & Russo, R. (2017). Go for broke: The role of somatic states when asked to lose in the Iowa Gambling Task. Biological psychology, 123, 286-293.

Wundt, W. M. (1907). Outlines of psychology. Leipzig, Germany: Wilhelm Engelmann.

Xu, F., & Huang, L. (2020). Electrophysiological Measurement of Emotion and Somatic State Affecting Ambiguity Decision: Evidences From SCRs, ERPs, and HR. Frontiers in Psychology, 11, 899.

Yen, N. S., Chou, I. C., Chung, H. K., & Chen, K. H. (2012). The interaction between expected values and risk levels in a modified Iowa gambling task. Biological psychology, 91(2), 232-237.

Yip, J. A., Stein, D. H., Côté, S., & Carney, D. R. (2020). Follow your gut? Emotional intelligence moderates the association between physiologically measured somatic markers and risk-taking. Emotion, 20(3), 462.