



Vol. 14 No 1

Marzo de 2011

# EMOCIÓN Y TOMA DE DECISIONES: TEORÍA Y APLICACIÓN DE LA IOWA GAMBLING TASK

Fernando Gordillo León<sup>1</sup>, José M. Arana Martínez<sup>2</sup>, Judith Salvador Cruz<sup>3</sup> y Lilia Mestas Hernández<sup>4</sup>

Universidad de Salamanca  
Departamento de Psicología Básica,  
Psicobiología y Metodología,  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza  
División de Investigación y Postgrado

## Resumen

En la toma de decisiones confluyen factores racionales y emocionales en una relación estrecha, complementaria y aún no muy conocida. La teoría de los marcadores somáticos entiende los circuitos neuronales que regulan la homeostasis y las emociones como parte fundamental de la toma de decisiones. Esta teoría utiliza como paradigmática la tarea de apuestas Iowa Gambling Task, que ha dado lugar a investigaciones con resultados no siempre coincidentes debido en gran medida a diferentes aspectos no controlados de la metodología. Si bien la teoría de los marcadores somáticos se

<sup>1</sup> Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología, Universidad de Salamanca Facultad de Psicología. Avda de la Merced 109-131. 37005 Salamanca (España) E-mail: [fgordilloleon@hotmail.com](mailto:fgordilloleon@hotmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología, Universidad de Salamanca. Facultad de Psicología. Avda de la Merced 109-131. 37005 Salamanca (España) E-mail: [arana@usal.es](mailto:arana@usal.es)

<sup>3</sup> Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. C/ Batalla 5 de Mayo s/n. Esquina Fuerte de Loreto. Colonia Ejército de Oriente. 09230 - México DF (México). E-mail: [salvadcj@gmail.com](mailto:salvadcj@gmail.com)

<sup>4</sup> Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. C/ Batalla 5 de Mayo s/n. Esquina Fuerte de Loreto. Colonia Ejército de Oriente. 09230 - México DF (México). E-mail: [lilia\\_mestas@yahoo.com.mx](mailto:lilia_mestas@yahoo.com.mx)

justifica en los resultados obtenidos con lesionados prefrontales, se abren muchas incógnitas respecto a la validez de la Iowa Gambling Task como paradigma capaz de sustentar las bases de dicha teoría respecto a la existencia de una marca somática que orienta y antecede a la elección. En este trabajo revisamos el estado de la cuestión, y planteamos la necesidad de propuestas metodológicas que permitan una medida de la toma de decisiones sensible y adecuada al campo del diagnóstico y la rehabilitación de diferentes trastornos que cursan con déficit en esta función.

Palabras clave. Corteza ventro medial; emoción; IGT; marcador somático; toma de decisiones.

## Emotion and decision making: Theory and applications of the Iowa Gambling Task

### Abstract

In decision making, rational and emotional factors converge to form a close and complementary relationship that is not yet well understood. The somatic markers theory understands the neural circuits that regulate homeostasis and emotions as a fundamental part of decision making. This theory uses the Iowa Gambling Task as a paradigm and this has led to inconsistent results largely due to various uncontrolled aspects of the methodology. Since somatic markers theory is justified by results obtained with subjects with prefrontal lesions, this leaves unknowns regarding the validity of the Iowa Gambling Task as a paradigm capable of supporting the foundations of the theory regarding the existence of somatic marks that precede and guide choice. In this study we review the status of the issues and highlight the need for methodological proposals that permit sensitive and appropriate measurement of decision-making and are appropriate for the diagnosis and rehabilitation of disorders that present these deficits.

Key words: ventromedial cortex; emotion; IGT; somatic marker; decision making.

### Introducción

Las emociones son procesos multidimensionales con un componente cognitivo-subjetivo y otro conductual, pero también son reacciones fisiológicas que preparan al cuerpo para la acción adaptativa (Reeve, 1994). La posibilidad de que los cambios corporales fueran previos a las experiencias emocionales supuso un planteamiento novedoso y contraintuitivo: primero debemos ver al oso, sopesar las consecuencias de sus zarpazos y asustarnos, pero para entonces ya estábamos corriendo sin tiempo a que toda esa cadena de lógicos acontecimientos sucediera. Se

podría decir que teníamos miedo porque estábamos corriendo y no lo contrario (James, 1884).

Sin embargo, no está claro que existan respuestas autonómicas específicas para diferentes emociones (Alcaraz, 1993). Por ejemplo, si el miedo viene acompañado de un patrón específico de tasa cardíaca y frecuencia respiratoria, ¿es posible reproducirlo en un sujeto y conseguir evocar una emoción similar? El trabajo de Marañón (1920) con la adrenalina y posteriormente el de Schachter y Singer (1962), evidencian lo complicado de este supuesto. Estos autores entienden la activación fisiológica como un arousal generalizado y difuso que establece la intensidad pero no la cualidad de la emoción, que vendría determinada por la evaluación cognitiva de la situación. Este razonamiento no explica qué genera la respuesta fisiológica en primer lugar ni qué permite al organismo calificar un estímulo como relevante o no respecto a otros.

El intento de unificar las teorías centralistas, donde la interpretación cognitiva convierte al factor fisiológico en un mero componente de activación, y las teorías periféricas, donde la emoción puede ser entendida con un claro sentido fisiológico, sufrió grandes críticas (Marshall y Zimbardo, 1979), ya que el contexto social parecía no ser suficiente para etiquetar la activación fisiológica. El contenido principal de todas estas críticas es que aún cuando el contexto determine la interpretación que el sujeto hace de la actividad corporal que está experimentando, esto no explica cómo una activación fisiológica primaria e inespecífica da lugar a una reacción específica y excluyente de alejamiento/acercamiento que influya en la posterior interpretación cognitivo-subjetiva del sujeto. La interacción entre el estado fisiológico y la cognición fue interpretada por Arnold (1960) como una *tendencia sentida* que conduce a acercarse a cualquier cosa evaluada positivamente y alejarse de cualquier cosa evaluada negativamente.

Pero esta interpretación de las emociones no se adecua a su desarrollo y funcionalidad en la vida social. No siempre nos alejamos de manera instintiva de los peligros, porque no siempre éstos se pueden percibir de manera clara y explícita. En este sentido Damasio (1994) establece dos sistemas de

procesamiento diferentes para las emociones primarias y para las secundarias o sociales. Mientras que las primeras dependen del sistema límbico (amígdala y cíngulo anterior principalmente), las secundarias requieren de las cortezas prefrontales y somatosensoriales. Damasio mantiene que la emoción es la respuesta que sigue a un proceso evaluador, pero este proceso no tiene por qué producirse a nivel cortical.

Dentro del campo de la toma de decisiones esta controversia continúa vigente. ¿Precede siempre una evaluación racional a nuestra conducta de elección? ¿Qué papel juega la emoción en este proceso? La relación entre conducta y emoción no es fortuita y responde a la función que ésta tiene en el proceso adaptativo como modulador del comportamiento (motivación) y facilitador del aprendizaje (efectos sobre la memoria). En la Teoría de los Marcadores Somáticos (TMS) (Damasio, 1994), la emoción se integra dentro del proceso de toma de decisiones, y de manera concreta y aplicada a través de la tarea de apuestas Iowa Gambling Task (IGT) (Bechara, Damasio, Damasio y Anderson, 1994). En el mismo sentido que el expresado en los párrafos anteriores, Damasio entiende que la emoción se comporta en la toma de decisiones como una marca somática (MS) que antecede al componente cognitivo, que en este caso estaría referido a la valoración de los beneficios o perjuicios de elegir una opción u otra.

Si la emoción forma parte de los factores que determinan nuestra conducta de elección, el estudio de cómo se establece y se deteriora en determinadas circunstancias esta relación nos permitiría mejorar el diagnóstico y modular una acción rehabilitadora que integre factores cognitivos, emocionales y sociales. El objetivo del presente estudio teórico (Montero y León, 2007) se establece a partir de dicho planteamiento. Revisaremos el estado de la cuestión con la pretensión de establecer un marco teórico que aporte una base sobre la que cimentar futuras investigaciones.

#### La toma de decisiones

Tomar decisiones requiere de la participación de las funciones ejecutivas, por ser éstas las encargadas de iniciar, supervisar, controlar y evaluar la conducta

(Salvador et al., 2010). El recuerdo de las experiencias pasadas y la valoración de las consecuencias futuras se integran y procesan a nivel prefrontal con claras implicaciones sociales. La corteza prefrontal ventromedial (VMPFC), implicada en la toma de decisiones (Martínez-Selva, Sánchez-Navarro, Bechara y Román, 2006), es el lugar donde se procesan los refuerzos y castigos asociados a la conducta para optimizar las respuestas futuras ante situaciones ambiguas (Oya et al., 2005).

Lesiones en esta región provocan una distorsión significativa en la toma de decisiones y en la planificación de las acciones que, según Damasio, Tranel y Damasio (1990), es debida a una incapacidad para activar estados somáticos asociados a recompensas y castigos que previamente lo habían estado a situaciones sociales específicas. El análisis de la conducta, en la edad adulta, de dos sujetos que sufrieron una lesión prefrontal en una etapa temprana del desarrollo (antes de los 16 meses), el primero por un traumatismo y el segundo por un tumor, puso en evidencia su incapacidad para poner en práctica reglas sociales complejas que requerían de un análisis de las consecuencias a medio y largo plazo (Anderson, Bechara, Damasio, Tranel y Damasio, 1999); sin embargo, cuando la lesión se produjo en una etapa más avanzada de la vida los sujetos fueron capaces de responder adecuadamente a supuestos sociales en los que se exigía una capacidad suficiente de planificación, aunque no pudieran llevarlos a la práctica (Saver y Damasio, 1991).

#### Neuroanatomía de la toma de decisiones: la corteza prefrontal

La corteza prefrontal envía y recibe proyecciones de todos los sistemas sensoriales y motores. Las proyecciones subcorticales son preferentes al tálamo, núcleos aminérgicos del mesencéfalo (Locus Coeruleus, Área Tegmental Ventral, Núcleos del Rafe); al hipotálamo lateral, a los ganglios basales, a la hipófisis lateral y al sistema límbico. Generalmente las conexiones son recíprocas, pero las que mejor están establecidas son las que se producen entre la corteza prefrontal y el tálamo, relacionado con la memoria (región parvocelular-Zona dorsolateral); así como la función moduladora que ejerce sobre el hipocampo (Kyd y Bilkey, 2003).

Dentro de la corteza prefrontal encontramos la región dorsolateral, la parte del neocórtex más desarrollada en el ser humano e implicada en la organización temporal del comportamiento, el lenguaje, el razonamiento, y la integración temporal de trabajo (working memory) y la región orbitofrontal, relacionada con los procesos motivacionales/emocionales implicados en la inhibición como mecanismo que exige suprimir los input internos y externos que puedan interferir en la conducta, en el habla o en la cognición (Jódar-Vicente, 2004). En esta región, la influencia emocional sobre la toma de decisiones actuaría a través de señales que aportan el conocimiento relacionado con los sentimientos que se han generado en experiencias previas, permitiendo elegir de manera óptima, sobre todo en los casos de gran incertidumbre (Damasio, 1994). Más concretamente, la VMPFC, que comprende a la región ventral medial de la corteza prefrontal y el sector medial de la corteza orbitofrontal (Áreas 25, y parcialmente las 24, 32, 10, 11, 12 de Brodmann), se encargaría de integrar los estados somáticos con la información presente generada durante el proceso de toma de decisiones, proporcionando el sustrato para las relaciones aprendidas entre situaciones complejas y estados internos, entre ellos los emocionales asociados con dichas situaciones en experiencias anteriores (Martínez-Selva et al., 2006).

La VMPFC es la única estructura prefrontal que mantiene densas conexiones recíprocas con la amígdala (Barbas, 2000), esta última fundamental en la expresión y experimentación de las emociones (véase revisión de Palmero, 1996); así como en el aprendizaje emocional (Morris, Ohman y Dolan, 1998). Los datos que relacionan la VMPFC con la toma de decisiones provienen de estudios con lesionados prefrontales, en concreto se ha observado que lesiones bilaterales en esta región causan déficit en la ejecución de la tarea de apuestas IGT (Bechara, Tranel y Damasio, 2000). Estudios electrofisiológicos parecen confirmar el hecho de que la región ventromedial interviene en la calibración de los castigos y beneficios de las conductas del individuo para la optimización de las respuestas futuras a estímulos ambiguos (Oya et al., 2005), lo que explicaría que su lesión genere una incapacidad para prever beneficios o perjuicios a largo plazo, por la interrupción de la principal vía de comunicación entre las áreas emocionales y las

estructuras responsables del procesamiento cognitivo, privando a éstas de la información afectiva necesaria para que su función resulte acorde a las metas del organismo (Contreras, Catena, Cándido, Perales y Maldonado, 2008).

#### La tarea de apuestas Iowa Gambling Task

La Teoría de los Marcadores Somáticos (Damasio, 1994) establece que las respuestas viscerales aprendidas por asociación en experiencias pasadas (marcadores somáticos) son mecanismos que permiten sesgar nuestras decisiones, al reducir la probabilidad de elegir determinadas opciones que han sido asociadas a un marcador negativo. De esta forma, las emociones participan en este proceso cognitivo guiando la conducta y dotando a la experiencia de una cualidad positiva o negativa que permite la adaptación del individuo al medio social. La IGT es una tarea de toma de decisiones que parte de los supuestos establecidos en la TMS para situar al sujeto en la necesidad de elegir entre cuatro opciones (cuatro montones de cartas): el “jugador” inicia el experimento con 2000\$ simulados y se le indica que la finalidad del juego es incrementar en lo máximo posible esta cantidad e intentar perder lo menos posible. El juego consiste en dar la vuelta a las cartas, una cada vez, de cualquiera de los montones. Al descubrirlas, en todas y cada una de las cartas recibirá una cantidad de dinero y en algunas, además, deberá pagar otra. Al elegir con mayor frecuencia dos de las opciones (montones C y D) se obtendrán beneficios a largo plazo (opciones “*buenas*”), mientras que la elección continuada de las otras dos (montones A y B) dará pérdidas a largo plazo (opciones “*malas*”).

A través de diferentes estudios se observó que los controles, pero no los lesionados ventromediales, mostraban una respuesta de conductividad electrodermal (SCR) de mayor magnitud antes de elegir cartas de los montones malos respecto a los buenos. Este dato podría estar reflejando la insensibilidad que estos sujetos mostraban a las consecuencias futuras. Fallarían en la activación de las señales somáticas que distinguían entre las buenas y las malas opciones (Bechara, Damasio, Tranel y Damasio, 1997; Bechara, Tranel, Damasio y Damasio, 1996; Damasio, 1996). Un estudio realizado en pacientes con daño en

la VMPFC pero no en la amígdala, y viceversa (Bechara, Damasio, Damasio y Gregory, 1999), evidenció el papel diferencial de la corteza prefrontal en la toma de decisiones. Si bien en ambos casos se daba una mala ejecución en el IGT, los daños en la amígdala no producían respuesta electrodermal ante pérdidas o ganancias, así como tampoco de manera anticipatoria a la elección. Por su parte, las lesiones en la VMPFC, aun produciendo este tipo de respuesta tras cada recompensa o castigo, impedían una guía somática adecuada en las elecciones que el sujeto hacía, reflejada en la falta de activación autonómica previa a la elección. Las deficiencias en la ejecución de la IGT debidas a lesiones bilaterales en la corteza ventromedial responden, según Damasio (1994), a una “*miopía de futuro*”, definida como la incapacidad de los sujetos para prever beneficios o perjuicios futuros.

Los Marcadores Somáticos (MS) quedaron establecidos como un caso especial de sentimientos generados por emociones secundarias que guían los procesos de elección mediante la activación del sistema nervioso y que permite al individuo advertir qué opción es más peligrosa con base al aprendizaje anterior. Damasio (1998), con esta definición, quería dejar clara la distinción que establecía entre emoción y sentimiento: con el término emoción se designa un grupo de respuestas desencadenadas desde algunas partes del cerebro hacia otras partes del cuerpo, como también las producidas en zonas cerebrales y que revierten a otras zonas cerebrales, utilizando rutas neuronales y humorales. Por otra parte, lo sentimientos son un complejo estado mental, resultado del anterior estado emocional. Este estado mental que da lugar al sentimiento incluye dos procesos: 1) La representación de los cambios que acaban de ocurrir en el organismo y que están siendo representados en las cortezas cerebrales (somatosensorial). 2) Y en segundo lugar, las alteraciones en los procesos cognitivos, producidas por esas señales secundarias “*brain to brain*”, que a través de los neurotransmisores se reparten por todo el telencéfalo. De esta forma, el MS, como “un caso especial de sentimiento” tenía la capacidad de partir de una representación de cambios corporales y alterar los procesos cognitivos.



La IGT permite valorar la competencia de los sujetos a la hora de tomar decisiones acertadas en situaciones ambiguas, a través de los sistemas cognitivos relacionados con la toma de decisiones: 1) un sistema de impulsos localizado en la amígdala, y 2) un sistema reflexivo integrado en la corteza ventromedial (Bechara, 2005). Por lo tanto, no sólo los déficit cognitivos parecen mediar en las dificultades al momento de tomar decisiones (sistema reflexivo); también, el componente emocional (sistema de impulsos) juega un papel importante en este proceso.

Sin embargo, no queda claro que estos sistemas cognitivos se reflejen de manera adecuada en la IGT, debido a una serie de dificultades presentes en la metodología de la prueba que dificulta la interpretación de los datos y que pasaremos a analizar en los siguientes apartados.

#### Dificultades teóricas y metodológicas de la IGT

##### Instrucciones y clasificación de los estímulos

Diversas investigaciones encontraron que la manipulación de las instrucciones afectaba en diferente grado a la ejecución en la IGT. En un estudio en el que se compararon los efectos de un modelo de instrucciones reducidas respecto al original, hubo menos diferencias entre las elecciones positivas y las negativas cuando las instrucciones no fueron tan detalladas en los propósitos del juego como en la versión original (Balodis, MacDonald y Olmstead, 2006). En otro sentido, cuando se presentaron variaciones respecto a la rapidez con la que se debía realizar la prueba (DeDonno y Demaree, 2008) o consejos para su correcta realización (Fernie y Tunney, 2006), los resultados se vieron afectados, lo que evidencia la necesidad de un control más adecuado de las instrucciones.

Respecto a los estímulos utilizados en la IGT (4 montones de cartas), cuando el sujeto experimenta la SCR que le advierte de los posibles peligros de elegir uno de los montones, no hay manera de saber sobre qué estímulo ha experimentado dicha señal salvo por la elección consecuente. No podemos saber si la elección ha sido debida a una atracción por dicho montón o a una repulsión por alguno de los tres restantes. Por otro lado, las magnitudes de las ganancias asociadas a cada

montón son muy predecibles, de forma que para hacerlo bien simplemente hay que mantener la concentración sobre las eventuales pérdidas (Dunn, Dalgleish y Lawrence, 2006). En este sentido, el aumento en la diferencia de las ganancias inmediatas entre los montones malos (A/B) y los buenos (C/D), respecto al original (2/1;100:50), evidenció que conforme aumentaba esta diferencia (3/1... 6/1) se incrementaba el número de cartas elegidas de los montones malos; mientras que a menor diferencia (1/1; 50/50) sucedía el efecto contrario (van den Bos, Houx y Spruijt, 2006).

Por otro lado, la clasificación de los montones como malos o buenos debería realizarse conforme se desarrolla el juego, ya que los montones de cartas A y B no serán negativos hasta las primeras pérdidas. Es por tanto necesario que se tenga en cuenta la valoración continuada de los montones a lo largo del juego. Si sumamos a esto el hecho de que las elecciones sobre los montones “buenos”, en sujetos normales, terminan siendo más numerosas que las malas, podrían darse problemas en la validez de los resultados (Dunn et al., 2006).

#### Previsibilidad de la prueba

La teoría de Damasio parte del supuesto de que una marca somática antecede a una elección, acotando las posibles opciones con base a la relación de contingencias establecida por el estímulo en anteriores presentaciones (Damasio, 1994). Si la SCR anticipatoria es una manifestación de la vía somática inconsciente que guía la conducta de elección, se necesita demostrar que se produce dicha actividad antes de la elección de un estímulo y que además, antecede al conocimiento del sujeto sobre el programa de pérdidas y ganancias asociado a cada estímulo. En la versión original de la IGT durante la prueba se pasaba un cuestionario con preguntas abiertas para tratar de comprobar el nivel de conocimiento que iba adquiriendo el sujeto a lo largo del juego (Bechara, et al., 1997). Los datos apoyaban la idea de que en el periodo previo al presentimiento (*Pre-hunch*), antes de que el sujeto tuviera un discernimiento claro de los valores asignados a los estímulos, se empezaba a distinguir una mayor SCR antes de la elección de los montones de cartas malos, lo que indicaba la formación de una MS

que ayudaría en las posteriores elecciones a modo de advertencia, pero los lesionados prefrontales no adquirirían este patrón de actividad fisiológica anticipatoria, además de mostrar una clara tendencia hacia los montones malos. Estos datos parecían ser suficientes para admitir una posible relación entre la SCR y la buena o mala ejecución del test.

Por otro lado Tomb, Hauser, Deldin y Caramazza (2002), asignaron a los montones de cartas buenos la mayor magnitud de ganancias y pérdidas, tratando de demostrar que la SCR anticipatoria respondía al conocimiento que el sujeto tenía de la magnitud de las contingencias actuales y no a la anticipación de futuras consecuencias, de tal forma que la mayor intensidad autonómica ante los montones malos encontrada en el juego original de Bechara, se podría explicar por las expectativas que los sujetos tenían respecto a los perjuicios de dichas opciones. Al invertir los valores se observó una mayor SCR antes de elegir los montones buenos. Damasio, Bechara y Damasio (2002) explicaron estos resultados por la existencia no sólo de MS negativos; también positivos, que advertirían al sujeto de los beneficios a largo plazo de su elección.

Sin embargo, tal como apuntan Dunn et al. (2006), los datos que justifican la existencia de una marca somática (Bechara, et al., 1997; Turnbull, Berry y Bowman, 2003) tienen valor correlacional y no causal sobre la conducta de elección resultante. Además, en trabajos posteriores se encontró que los sujetos adquirirían desde muy pronto el conocimiento sobre las propiedades buenas o malas de los estímulos y que este conocimiento influía en los resultados de la prueba (Bowman, Evans y Turnbull, 2005; Evans, Bowman y Turnbull, 2005).

Para comprobar este supuesto se utilizó un cuestionario (Maia y McClelland, 2004) más minucioso que el aplicado en la versión original, donde se establecieron tres niveles de conocimiento: el primero (nivel 0) no mostraba preferencia alguna del sujeto por los montones de cartas en base al conocimiento sobre las propiedades de los mismos. El segundo (nivel 1) evidenciaba una preferencia por alguno de los montones beneficiosos pero se desconocían las contingencias asociadas a ellos. En el tercer nivel (nivel 2) se adquiría un conocimiento específico sobre los montones de cartas. Estos niveles se

correspondían con los periodos “*pre-hunch*”, “*Hunch*” y “*Conceptual*” de Bechara et al. (1997). Según este trabajo los sujetos empiezan a realizar elecciones beneficiosas cuando están en el nivel 1, lo que implica una clara influencia sobre las preferencias, haciendo innecesaria la actuación de una vía somática inconsciente. En cualquier caso, según los autores, el hecho de que los resultados encontrados en el IGT puedan ser explicados sin recurrir a una vía somática inconsciente no invalida la posibilidad de que ésta se produzca (Maia y McClelland, 2005).

#### Interpretación de los resultados

Los seres humanos necesitan modificar sus elecciones iniciales dependiendo de los cambios en los refuerzos asociados a los estímulos que desencadenan la elección. Estos estímulos pueden cambiar en la interacción con el ambiente haciéndose necesaria la corrección de las asociaciones inapropiadas (aprendizaje de inversión) (Fellows y Farah, 2003). Diferentes estudios muestran que la principal estructura implicada es la corteza ventromediana y que su lesión provoca una clara dificultad para realizar tareas que requieran de un aprendizaje de inversión (Hornak et al., 2004; Kringelbach y Rolls, 2004; Rolls, 1999; Rolls, Hornak, Wade y McGrath, 1994). Fellows y Farah (2005) aplicaron a un grupo de lesionados ventromediales y dorsolaterales la tarea del IGT y una variante de la misma en la que las pérdidas de los montones catalogados como malos aparecían en los primeros ensayos. De esta forma, según los autores, se hacía innecesario el aprendizaje de inversión para realizar correctamente la tarea. Los sujetos con lesiones ventromediales realizaron más elecciones desventajosas en la IGT, pero no en la versión modificada. Por lo tanto, el hecho de que realizaran elecciones desventajosas aún conociendo la situación podía ser explicado por la incapacidad que manifestaban para ajustar sus respuestas cuando los valores de los refuerzos eran invertidos (Fellows, 2004; Fellows, 2006).

Bechara, Damasio, Tranel y Damasio. (2005) respondieron que los déficit en el aprendizaje de inversión no invalidan la existencia de una marca somática, ya que para que se produzca la inversión es necesario que exista una señal de “*stop*” que

permita la adaptación de la conducta a los cambios producidos en los refuerzos, y que esta señal puede ser emocional; sin embargo, contra este argumento está el hecho demostrado de que para la correcta realización de tareas que requieran de un aprendizaje de inversión, no es necesario que la amígdala esté intacta (Izquierdo, Suda y Murray, 2004), por lo que este tipo de aprendizaje parece independiente de los procesos emocionales (Dunn, et al., 2006).

Otro de los procesos cognitivos involucrado en la realización de la IGT es la memoria de trabajo. Bechara, Damasio, Tranel y Anderson (1998) informaron que los sujetos con una memoria de trabajo normal pueden realizar buenas o malas elecciones, evidenciándose así cierta independencia entre estos dos procesos. Diferentes trabajos contradicen este supuesto (Hinson, Jameson y Whitney, 2002; Manes et al., 2002), y los estudios de neuroimagen informan de un papel relevante de la región dorsal prefrontal (*working memory*) en tareas de toma de decisiones (Dunn et al., 2006). En cualquier caso, parece que la influencia de la memoria de trabajo no es incompatible con la idea de que una marca somática inicie el proceso que involucra la reactividad de numerosas regiones corticales y subcorticales.

Otro aspecto relevante al momento de interpretar los datos es que las deficiencias encontradas en la realización del IGT no parecen ser específicas de un tipo determinado de trastorno neurológico o psiquiátrico (Dunn et al., 2006), además de que aproximadamente el 20% de la población normal realiza elecciones desventajosas similares a las realizadas por los lesionados prefrontales (Bechara y Damasio, 2002). La falta de resultados concluyentes en la población clínica afecta a la credibilidad de la IGT como prueba capaz de detectar sujetos con deficiencias estructurales (lesiones) o funcionales de la corteza prefrontal. Quizá la dificultad no provenga tanto del propio test como de la variabilidad existente dentro del grupo clínico. Cuando nos referimos a trastornos neurológicos o psiquiátricos deberíamos tener en cuenta dos conceptos fundamentales que parecen estar detrás de los déficit encontrados en tareas de este tipo en la población clínica cuya patología implica alguna disfunción en la circuitería

neuronal de la corteza prefrontal: hipersensibilidad a la recompensa e insensibilidad al castigo.

Estos dos conceptos fueron estudiados por Bechara et al. (2000) con la pretensión de aportar claridad al origen de las deficiencias encontradas en la ejecución de la IGT por los lesionados prefrontales. Aplicaron una variante del original a un grupo de lesionados ventromediales. En esta versión, la elección de cartas en dos de los montones siempre venía acompañada por una alta penalización inmediata junto a una elevada ganancia a largo plazo. Los otros dos tenían una inmediata y baja penalización junto a una menor ganancia posterior. Al contrario que en el original, ahora, los montones buenos eran los que mantenían una mayor penalización. Los autores establecieron la hipótesis de que una predilección por los montones con alta penalización inmediata (montones buenos), junto a una SCR baja podría estar reflejando una insensibilidad al castigo; mientras que una predilección por los montones con alta ganancia a largo plazo (montones malos), junto a una actividad fisiológica elevada podría ser reflejo de una hipersensibilidad a la recompensa. Por último, una predilección por los montones con baja penalización inmediata (montones malos), junto a niveles de SCR normales, informaría de una incapacidad para anticipar lo que va a suceder. Tanto en la versión original como en la variante, los lesionados ventromediales mostraron una clara predilección por los montones malos, lo que fue interpretado como una “miopía de futuro”; es decir, estos sujetos se guiaban por la inmediatez de las contingencias.

### Discusión y conclusiones

La toma de decisiones es un complejo proceso dada la participación de lo cognitivo (racional) y lo emocional (irracional). La complejidad deriva también de que, anatómicamente, involucra diferentes regiones cerebrales y requiere de la participación de las funciones ejecutivas. En la teoría de los marcadores somáticos la emoción guía la conducta de elección, permitiendo que nuestras acciones tengan una previsión de las consecuencias futuras que nos permitan evitar posibles peligros.

En diferentes patologías como la esquizofrenia, el trastorno obsesivo compulsivo, la depresión o la ansiedad se produce una clara desadaptación social que se refleja en la mala ejecución de la IGT (véase revisión de Dunn et al., 2006). Tomar decisiones acertadas nos permite desenvolvernos en el ámbito social, y su afectación indica que “algo no está bien”. No sólo realizamos conductas adaptativas (elecciones acertadas), también esperamos que el comportamiento de los demás se ajuste a esta premisa. En este sentido, las disfunciones en la toma de decisiones resultan sensibles y de utilidad para el diagnóstico y tratamiento de diferentes trastornos que cursan con déficit en este proceso (e.g., Salvador et al., 2010).

A lo largo de esta revisión hemos comprobado que la IGT puede estar reflejando de manera adecuada los déficit en la toma de decisiones, pero esta prueba, al igual que muchas otras, tiene el problema de la impureza de los test (Miyake et al, 2000; Verdejo-García y Bechara, 2010). En el caso concreto de la IGT, hay tantas capacidades y operaciones asociadas que resulta difícil comprender cómo la prueba puede responder de manera unívoca a una función concreta (memoria de trabajo, aprendizaje de inversión), en especial cuando la toma de decisiones requiere en alto grado de la participación de las funciones ejecutivas, que a su vez, admiten definiciones e interpretaciones no siempre coincidentes, además de una amplia variedad de pruebas para su medida (véase revisión de Marino, 2010).

Sin embargo, la existencia de otros procesos cognitivos que subyacen y participan en la correcta realización de la IGT no invalida la TMS. El paradigma del marcador somático plantea que el comportamiento personal y social afectivo requiere que los individuos formen “teorías” adecuadas de su propia mente y de la mente de los demás. La precisión con la que estas predicciones se realizan resulta esencial cuando nos enfrentamos a una decisión crítica en una situación social (Damasio, 1994). Estas “teorías” se conforman gracias a la red de conexiones de la corteza prefrontal, donde los marcadores somáticos pueden influir y ser influidos por el procesamiento atencional y la memoria de trabajo a través de la región prefrontal dorsolateral y por lo tanto, participar a diferentes niveles en la toma de

decisiones. Podemos concluir con Damasio (1994) diciendo que existen tres factores importantes en el razonamiento: los estados somáticos automáticos, la memoria funcional y la atención.

Comprender el papel del cerebro en la emoción requiere de un acercamiento experimental que simplifique los problemas de concepto y separe la experiencia subjetiva del proceso experimental, sin que esto signifique postergar las dificultades, sino al contrario, sentar las bases sobre las que llegar a comprenderlas (Ledoux, 2000). De igual manera resulta necesario entender la emoción como un proceso psicológico básico que participa en el origen y desarrollo de diferentes enfermedades (véase revisión de Martínez y Fernández, 1994).

En este orden de cosas, y en relación al papel que juega la emoción en la toma de decisiones, se requieren propuestas metodológicas que permitan una medida fiable de la toma de decisiones y que delimiten claramente su funcionalidad respecto a otros procesos cognitivos y variables que pudieran estar explicando y modulando los resultados. Resulta complicado diseñar una tarea de laboratorio ecológica y simple al mismo tiempo (Contreras et al., 2008), y en concreto, respecto a la IGT, se debería trabajar en propuestas que intenten solucionar la previsibilidad de la tarea, mediante modificaciones en la presentación de los estímulos y las contingencias asociadas a éstos (premios y penalizaciones) en la línea apuntada por Gordillo et al. (2010).

#### Referencias Bibliográficas

- Alcaraz, M. (1993). Especificidad vs. Generalidad de las respuestas autonómicas en las emociones. *Psicothema*, 5(2), 255-264.
- Anderson, S. W., Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D. y Damasio, A. R. (1999). Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*, 2(11), 1032-1037.
- Arnold, M. B. (1960). *Emotions and Personality (2 vols.)*. New York: Columbia University Press.
- Balodis, I. M., MacDonald, T. K. y Olmstead, M. C. (2006). Instructional cues modify performance on the Iowa Gambling Task. *Brain and Cognition*, 60, 109-117.



- Barbas, H. (2000). Connections underlying the synthesis of cognition, memory, and emotion in primate prefrontal cortices. **Brain Research Bulletin**, *52*, 319-330.
- Bechara, A. (2005). Decision making, impulse control and loss of willpower to resist drugs: A neurocognitive perspective. **Nat Neurosci**, *8*, 1458-1463.
- Bechara, A. y Damasio, H. (2002). Decision-making and addiction (part I): Impaired activation of somatic states in substance dependent individuals when pondering decisions with negative future consequences. **Neuropsychologia**, *40*(10), 1675-1689.
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H. y 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. y Gregory P. L. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. **J Neurosci**, *19*(13), 5473-5481.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D. y Anderson, S. W. (1998). Dissociation of working memory from decision making within the human prefrontal cortex. **J. Neurosci.**, *18*(1), 428-437.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D. y Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. **Science**, *275*(5304), 1293-1295.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D. y 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.
- Bechara, A., Tranel, D. y Damasio, H. (2000). Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. **Brain**, *123*(11), 2189-2202.
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H. y Damasio, A. R. (1996). Failure to respond autonomically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex. **Cerebral Cortex**, *6*(2), 215-225.
- Bowman, C. H., Evans, C. E. y Turnbull, O. H. (2005). Artificial time constraints on the Iowa Gambling Task: The effects on behavioural performance and subjective experience. **Brain and Cognition**, *57*(1), 21-25.
- Contreras, D., Catena, A., Cándido, A., Perales, J. C. y Maldonado, A. (2008). Funciones de la corteza prefrontal ventromedial en la toma de decisiones emocionales. **International Journal of Clinical and Health Psychology**,

8(1), 285-313.

- Damasio, A. R. (1994). **Descartes' error: Emotion, rationality and the human brain**. New York: Putnam (Grosset Books).
- Damasio A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. **Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.**, **351**(1346), 1413-1420.
- Damasio, A. R. (1998). Emotion in the perspective of an integrate nervous system. **Brain Research Reviews**, **26**(2-3), 83-86.
- Damasio, H., Bechara, A. y Damasio, A. R. (2002). Reply to 'Do somatic markers mediate decisions on gambling task'. **Nature Neuroscience** **5** (11), 1104.
- Damasio, A. R., Tranel, D. y 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.
- DeDonno, M. A. y Demaree, H. A. (2008). Perceived time pressure and de Iowa Gambling Task. **Judgment and Decision Making**, **3**(8), 636-640.
- Dunn, B. D., Dalgleish, T. y Lawrence, A. D. (2006). The somatic marker hypothesis: A critical evaluation. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, **30**, 239-271.
- Evans, C. Y., Bowman, C. H. y Turnbull, O. H. (2005). Subjective awareness on the Iowa Gambling Task: The key role of emotional experience in schizophrenia. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, **27**, 656-664.
- Fellows, L. K. (2004). The cognitive neuroscience of human decision making: A review and conceptual framework. **Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews**, **3**(3), 159-172.
- Fellows, L. K. (2006). Deciding how to decide: Ventromedial frontal lobe damage affects information acquisition in multi-attribute decision making. **Brain**, **129**(4), 944-952.
- Fellows, L. K. y Farah, M. J. (2003). Ventromedial frontal cortex mediates affective shifting in humans: Evidence from a reversal learning paradigm. **Brain**, **126**(8), 1830-1837.
- Fellows, L. K y Farah, M. J. (2005). Different underlying impairments in decision-making following ventromedial and dorsolateral frontal lobe damage in humans. **Cereb Cortex**, **15**(1), 58-63.

- Fernie, G. y Tunney, R. J. (2006). Some decks are better than others: The effect of reinforcer type and task instructions on learning in the Iowa Gambling Task. ***Brain and Cognition***, 60(1), 94-102.
- Gordillo, F., Salvador, J., Arana J. M., Mestas, L., Meilán, J. J. G. y Carro, J. (2010). Estudio de la toma de decisiones en una variante de la Iowa Gambling Task. ***Revista Electrónica de Motivación y Emoción***, 13(34).
- Hinson, J. M., Jameson, T. L. y Whitney, P. (2002). Somatic markers, working memory, and decision making. ***Cogn Affect Behav Neurosci***, 2(4), 351-353.
- Hornak, J., O'doherty, J., Bramham, J., Rolls, E. T., Morris, R. G., Bullock, P. R. y Polkey, C. E. (2004). Reward-related reversal learning after surgical excisions in orbito-frontal or dorsolateral prefrontal cortex in humans. ***Journal of Cognitive Neuroscience***, 16(3), 463-478.
- Izquierdo, A., Suda, R. K. y Murray, E. A. (2004). Bilateral orbital prefrontal cortex lesions in rhesus monkeys disrupt choices guided by both reward value and reward contingency. ***The Journal of Neuroscience***, 24(34), 7540-7548.
- James, W. (1884). What is an Emotion? First published in *Mind*, 9, 188-205.
- Jódar-Vicente, M. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. ***Revista de Neurología***, 39(2), 178-182.
- Kringelbach, M. L. y Rolls, E. T. (2004). The functional neuroanatomy of the human orbitofrontal cortex: Evidence from neuroimaging and neuropsychology. ***Progress in Neurobiology***, 72(5), 341-372.
- Kyd, R. J. y Bilkey, D. K. (2003). Prefrontal cortex lesions modify the spatial properties of hippocampal place cells. *Cerebral Cortex*, 13(5), 444-451.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. ***Annual Review of Neuroscience***. 23, 155-184.
- Maia, T. y McClelland, J. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa Gambling Task. ***Proc Natl Acad Sci U S A***, 101(45), 16075-16080.
- Maia, T. V. y McClelland, J. L. (2005). The somatic marker hypothesis: Still many questions but no answers (Response to Bechara et al.). ***Trends in Cognitive Sciences***, 9(4), 162-164.

- Manes, F., Sahakian, B., Clark, L., Rogers, R., Antoun, N. M., Aitken, M. y Robbins, T. (2002). Decision making processes following damage to the prefrontal cortex. *Brain*, **125**, 624-639.
- Marañón, G. (1920). La reacción emotiva a la adrenalina. *La Medicina Ibero*, **144**, 354-57.
- Marino, J. C. (2010). Actualización en test neuropsicológicos de funciones ejecutivas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, **2**(1), 34-45.
- Marshall, G. D. y Zimbardo, P. G. (1979). Affective consequences of inadequately explained physiological arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, **37**, 970-988.
- Martínez, F. y Fernández, J. (1994). Emoción y salud. Desarrollos en psicología básica y aplicada. Presentación de monográfico. *Anales de Psicología*, **10**(2), 101-109.
- Martínez-Selva, J. M., Sánchez-Navarro, J. P., Bechara, A. y Román, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revista de Neurología*, **42**(7), 411-418.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A. y Wager, T. (2000) The unity and diversity of executive function and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, **41**, 49-100.
- Montero, I. y León, O. (2007). A guide for naming research studies in psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, **7**, 847-862.
- Morris, J. S., Öhman, A. y Dolan, R. J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, **393**(6684), 467-470.
- Oya, H., Adolphs, R., Kawasaki, H., Bechara, A., Damasio, A. y Howard III, M. A. (2005). Electrophysiological correlates of reward prediction error recorded in the human prefrontal cortex. *Proc Natl Acad Sci USA*, **102**, 8351-8356.
- Palmero, F. (1996). Aproximación biológica al estudio de la emoción. *Anales de Psicología*, **12**(1), 61-86.
- Reeve, J. (1994). *Motivación y Emoción*. Madrid: McGraw-Hill.
- Rolls, E. T. (1999). The functions of the orbitofrontal cortex. *Neurocase* **5**(4), 301-312.

- Rolls, E. T., Hornak, J., Wade, D. y McGrath, J. (1994). Emotion-related learning in patients with social and emotional changes associated with frontal lobe damage. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, *57*(12), 1518-1524.
- Salvador, J., Mestas, L., Gordillo, F., Arana, J. M., Meilán, J. J. G., Pérez, E. y Carro, J. (2010). Toma de decisiones en la anorexia nerviosa. **Revista de Neurología**, *50*, 703-704.
- Saver, J. L. y 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.
- Schachter, S. y Singer, J. (1962). Cognitive, social and physiological of emotional state (This Week's Citation Classic). **Psychol. Rev**, *69*, 379-399.
- Tomb, I., Hauser, M., Deldin, P. y Caramazza, A. (2002). Do somatic marker mediate decision on the gambling task? **Nature Neuroscience**, *5*(11), 1103-1104.
- Turnbull, O. H., Berry, H. y Bowman, C. H. (2003). Direct versus indirect emotional consequences on the Iowa Gambling Task. **Brain and Cognition**, *53*(2), 389-392.
- van den Bos, R., Houx, B. B. y 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.
- Verdejo-García, A. y Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. **Psicothema**, *22*(2), 227-235.