



## **La hipótesis del Marcador Somático y su nivel de incidencia en el proceso de toma de decisiones**

M<sup>a</sup> del Rocío Márquez, Pilar Salguero, Susana Paíno, José Ramón Alameda

Universidad de Huelva

### **RESUMEN**

Las funciones ejecutivas son un conjunto integrado de habilidades implicadas en la producción, supervisión y control de conductas dirigidas a objetivos. Relacionado con las funciones ejecutivas están los procesos de toma de decisiones, estos procesos según la teoría del Marcador Somático dependen de manera fundamental de los mecanismos neurales que regulan la homeostasis, las emociones y los sentimientos. Para su evaluación se viene utilizando como instrumento la “Iowa Gambling Task” que simula un juego de cartas con 4 mazos con los que se obtienen mayores o menores ganancias y pérdidas. Según estudios recientes, la “Iowa Gambling Task” refleja los procesos motivacionales y emocionales de la toma de decisiones que podrían tener lugar en niveles de procesamiento pre-rationales. En este sentido se plantea este trabajo, con el objetivo de determinar si la toma de decisiones se produce bien en un nivel de procesamiento superior, racional, y por tanto bajo la influencia de los conocimientos previos del sujeto o bien en niveles anteriores que se podrían considerar pre-rationales. Para ello, se aplica la prueba a dos grupos de estudiantes de la Universidad de Huelva. Por un lado, estudiantes de Licenciatura en Administración y Dirección de Empresa (LADE) familiarizados con el uso de los números y el manejo del dinero y por otra parte, alumnos de Humanidades menos familiarizados con los números. Los resultados obtenidos evidencian que no existen diferencias entre ambos grupos en los parámetros del modelo Prospect-Valence Learning, por lo que el procesamiento estaría teniendo lugar en niveles pre-rationales, lo que encaja con los postulados de la hipótesis del marcador somático.

**Palabras clave:** Funciones ejecutivas, Toma de decisiones, Modelo del Marcador Somático, “Iowa Gambling Task”, Prospect-Valence Learning.

### **ABSTRACT**

Executive functions are an integrated set of skills involved in the production, evaluation and control of intentional behaviors. The decision-making processes are related to executive functions. According to the Somatic Marker Theory, these processes depend critically on the neural mechanisms that regulate homeostasis, emotions and feelings. The Iowa Gambling Task is a tool used to evaluate the process of decision-making. It consists of four packages of playing cards which lead to different gains and losses. According to recent studies, the Iowa Gambling Task indicates the motivational and emotional processes of decision-making that could occur at pre-rational processing levels. This study aims to determine whether the decision-making process occurs at a higher processing level, or rational, and therefore is subject to the influence of prior knowledge of each subject, or, by contrast, occurs at a most elementary or pre-rational level. To elucidate these possibilities, two groups of students from the University of Huelva completed the Iowa Gambling Task. One group consisted of business management students, who were familiar with numbers and handling money, and another group consisted of Humanities students, who were less familiar with numbers. The results showed no differences between groups in the Prospect-Valence Learning model parameters. Therefore, the data suggest that processing takes place in pre-rational level, which fits with the principles of the Somatic Marker Theory.

**Keywords:** Executive functions, Iowa Gambling Task, Decision-making, Somatic Marker Theory, Prospect-Valence Learning.



## 1.- Introducción

Las funciones ejecutivas son un conjunto integrado de habilidades implicadas en la producción, supervisión y control de conductas dirigidas a objetivos (Roberts, Robbins y Weiskrantz, 1998; Stuss y Knight, 2002). Estas funciones están también implicadas en la regulación de estados emocionales que se consideran adaptativos para la consecución de esos objetivos (Bechara, Damasio y Damasio, 2000; Davidson, 2002; Stuss y Alexander, 2000). Desde una perspectiva evolutiva, Barkley (2001) las define como modelos de acción auto-dirigidos que permiten al individuo maximizar globalmente los resultados sociales de su conducta una vez que ha considerado simultáneamente las consecuencias inmediatas y demoradas de las distintas alternativas de respuesta. Por tanto, las funciones ejecutivas integran procesos de producción de conducta, memoria operativa, planificación, inhibición, flexibilidad y toma de decisiones.

A nivel anatómico, las funciones ejecutivas han sido asociadas al funcionamiento de una serie de circuitos neurales en los que están implicadas diversas regiones prefrontales y estructuras subcorticales (Roberts et al., 1998; Tekin y Cummings, 2002).

Miyake et al., (2000) describieron tres componentes ejecutivos claramente separables, aunque no totalmente independientes, que contribuían de manera diferencial al rendimiento en distintas tareas ejecutivas. Estos autores definieron los tres componentes como:

- *actualización*: que implica la monitorización, actualización y manipulación de información “on line” en la memoria operativa
- *inhibición de respuestas predominantes*: que consiste en la capacidad para inhibir de manera deliberada o controlada la producción de respuestas predominantes, automáticas o impulsivas cuando es necesario
- *cambio*: que implica la habilidad para cambiar de modo flexible hacia atrás y hacia delante en relación con distintas tareas, operaciones mentales o esquemas.

La toma de decisiones puede definirse como la habilidad para seleccionar el curso de acción más adaptativo para el organismo entre un conjunto de posibles alternativas conductuales (Bechara et al., 2000). Se trata por tanto de un proceso complejo en el que están implicados diversos aspectos, incluyendo la consideración de los aspectos cognitivos de la situación de decisión, de las contingencias de recompensa y castigo asociadas a cada una de las opciones, y de las señales emocionales asociadas a cada una de las posibles respuestas.

Diversos estudios neuropsicológicos han demostrado que el rendimiento en tareas de toma de decisiones no correlaciona con la ejecución de tareas en las que están implicados los componentes ejecutivos previamente descritos (actualización, inhibición y cambio) (Bechara et al., 2000; Grant, Contoreggi y London, 2000), por lo que la toma de decisiones podría constituir un componente independiente dentro de las funciones ejecutivas.

Bechara et al., (2000) describen patrones de conducta específicos en pacientes neurológicos con lesiones del córtex orbitofrontal, que se caracterizan por una tendencia a seleccionar cursos de acción asociados con recompensas inmediatas, incluso cuando éstos conllevan la aparición de importantes consecuencias negativas en el futuro. Esta característica se ha definido de manera intuitiva como un fenómeno de “miopía hacia el futuro”. Para intentar explicar los mecanismos neurales implicados en este fenómeno denominado miopía hacia el futuro, Damasio (1994) propone la Hipótesis del Marcador Somático. La noción central de la hipótesis es que los procesos de toma de decisiones dependen de manera fundamental de los mecanismos neurales que regulan la homeostasis, las emociones y los sentimientos.



La hipótesis del marcador somático (Damasio, 1994) propone que la toma de decisiones es un proceso guiado por señales emocionales relacionadas con la homeostasis, las emociones y los sentimientos. La hipótesis proporciona asimismo un modelo conceptual en el que se integran procesos cognitivos y emocionales, y sistemas neuroanatómicos, para explicar el vínculo entre el procesamiento de emociones y la capacidad para decidir en función de las potenciales consecuencias futuras de la conducta, en lugar de en función de las consecuencias inmediatas. El modelo atribuye las dificultades de algunos individuos (pacientes neurológicos con lesiones del córtex orbitofrontal y drogodependientes) para tomar decisiones ventajosas en su vida diaria a la existencia de un déficit en los mecanismos emocionales que anticipan los resultados prospectivos de una determinada acción, y orientan en consonancia la selección de la opción de respuesta más ventajosa. Este mecanismo emocional es una señal o marcador somático, un componente específico de los sentimientos que se genera a partir de procesos de autorregulación y homeostasis, provocando modificaciones fisiológicas en el propio cuerpo o en regiones cerebrales implicadas en la representación de estados emocionales.

De acuerdo con el modelo, los marcadores somáticos pueden generarse a partir de dos tipos de eventos: inductores primarios e inductores secundarios. Los inductores primarios son estímulos que de modo innato o a través del aprendizaje han sido asociados con estados placenteros o aversivos. Cuando uno de estos estímulos está presente en el entorno inmediato se genera de manera necesaria y automática una respuesta emocional. Por otro lado, los inductores secundarios son entidades generadas a partir del recuerdo personal o hipotético de un evento emocional, es decir, recordar o imaginar la situación que produce placer o aversión (Bechara, Damasio y Damasio, 2003).

De acuerdo con el modelo, la amígdala es una región cerebral crucial para la generación de estados somáticos en respuesta a inductores primarios. La amígdala actúa como disparador de estas señales emocionales, que son generadas al nivel del hipotálamo y núcleos del tronco cerebral, donde se integran estructuras efectoras implicadas en la regulación de estados corporales (vísceras y órganos internos), y en la producción de respuestas emocionales (como por ejemplo, expresiones faciales) y conductas específicas de aproximación y retirada. Una vez que las señales somáticas han sido asociadas a inductores primarios y han sido experimentadas al menos una vez, señales de esos estados somáticos son reenviadas al cerebro produciendo la consolidación de un valor afectivo asociado al estímulo. La consolidación de valores afectivos asociados a señales somáticas se produce en áreas del cerebro relacionadas con la representación de señales corporales, incluyendo las cortezas insulares y las cortezas somato-sensoriales primaria y secundaria (Bechara et al., 2003).

La presentación posterior de estímulos que evoquen recuerdos asociados a un determinado inductor primario funcionará como un inductor secundario. Estos inductores secundarios generan la reactivación de los estados somáticos asociados al inductor primario. El córtex orbitofrontal es una estructura cerebral clave para la generación de marcadores somáticos a partir de inductores secundarios. Las lesiones del córtex orbitofrontal producen, por tanto, una incapacidad para generar marcadores somáticos apropiados en respuesta a inductores secundarios, explicando la dificultad de los pacientes con lesiones en estas áreas para generar emociones asociadas a eventos relevantes de su vida (Bechara et al., 2000, 2003).

La cuestión fundamental es cómo intervienen estas señales emocionales en los procesos de toma de decisiones. Esto es, durante la consideración de una decisión, los marcadores somáticos pueden ser elicitados por inductores primarios o secundarios. Una vez generados, los marcadores somáticos intervienen en dos procesos: primero, la inducción de un sentimiento, positivo o negativo, y segundo, la guía del proceso de decisión hacia una de las opciones posibles.



Para guiar los procesos de toma de decisiones, los marcadores somáticos intervienen en estructuras cerebrales específicas, como el estriatum o el giro cingulado anterior. El estriatum parece especialmente implicado en la modificación de la conducta a través de la influencia de marcadores somáticos de manera implícita. Es el caso de decisiones que tomamos sin conciencia explícita. En cambio, la corteza cingulada anterior y el área suplementaria motora adyacente (relacionadas con la programación de la acción) estarían implicadas en la influencia explícita de estos marcadores. Asimismo, existen otras regiones neurales donde las señales somáticas ascendentes pueden intervenir en diversos procesos cognitivos. Por ejemplo, a nivel del córtex orbitofrontal lateral y el córtex prefrontal dorsolateral, la influencia de los marcadores somáticos se produce a nivel de “pensamientos” o “recuerdos”, en vez de a nivel conductual. Es decir, que mientras el individuo está ponderando distintas opciones y escenarios “on line” en la memoria operativa, la influencia de los marcadores somáticos consiste en potenciar determinadas opciones y rechazar otras antes de que esas opciones se traduzcan en cursos de acción.

Para evaluar los procesos de toma de decisiones se han desarrollado nuevas tareas y paradigmas. Este es el caso de la “Iowa Gambling Task” (IGT) (Bechara, Damasio, Damasio y Anderson, 1994), una tarea compleja que requiere que el individuo seleccione entre diversos cursos de acción simultáneos asociados a contingencias ambiguas de recompensa y castigo.

La IGT es una tarea informatizada que simula en el laboratorio los componentes esenciales de las decisiones que se producen en la vida cotidiana. Estos componentes incluyen la evaluación de eventos recompensantes y castigos en condiciones de incertidumbre y riesgo.

La tarea tiene la forma de un juego de cartas. En la pantalla del ordenador se presentan cuatro barajas de cartas (A, B, C y D), con 60 cartas cada una. El individuo tiene que elegir cartas de estas cuatro barajas durante 100 ensayos. El número de cartas que contiene cada baraja y el número total de ensayos son desconocidos para el individuo, al que se le pide que decida en cada ensayo hasta que finalice el juego, con el objetivo de intentar ganar el máximo dinero posible. Cada una de las cartas está asociada a una recompensa monetaria inmediata, sin embargo, muchas de las cartas también producen castigos (en forma de pérdida monetaria). Aunque es un factor que el participante desconoce, dos de las barajas (A y B) son desventajosas, ya que aunque generan mayores recompensas inmediatas, también producen pérdidas más severas, y propician un resultado negativo a largo plazo. En cambio, las otras dos barajas (C y D) son ventajosas, en el sentido de que proporcionan recompensas menores, pero también producen castigos menos severos, generando beneficios a largo plazo. Por tanto, para conseguir ganar dinero en la tarea, la estrategia apropiada es seleccionar de manera consistente más cartas de las barajas ventajosas (C y D), que de las desventajosas (A y B).

En conjunto, estos análisis indican que durante la IGT, los individuos normales modifican el valor afectivo atribuido a las distintas opciones de respuesta en función de sus experiencias previas de recompensa y castigo con esas opciones. Este aprendizaje emocional les permite desarrollar señales emocionales (marcadores somáticos) que anticipan las consecuencias negativas de las opciones desventajosas, guiando su toma de decisiones hacia las opciones más adaptativas.

En cambio, los pacientes orbitofrontales tienen dificultades para desarrollar señales emocionales asociadas al valor afectivo de las distintas opciones, y por tanto, son incapaces de anticipar las consecuencias de sus elecciones (Bechara et al., 1997; Bechara, Tranel y Damasio, 2000). Como consecuencia, tienden a elegir consistentemente las opciones desventajosas, tanto en la tarea como en su vida diaria.

Estos resultados proporcionaron un importante soporte empírico a las predicciones de la hipótesis del marcador somático, y permitieron contar con una medida sensible a la detección de problemas de decisión en contextos de laboratorio.



De acuerdo con el modelo del marcador somático la toma de decisiones es un proceso guiado por las emociones, de manera que debe existir un vínculo entre la capacidad para percibir y experimentar emociones y la capacidad para tomar decisiones adaptativas. Asimismo, las habilidades de percepción y experiencia emocional están implicadas de modo relevante en múltiples aspectos del funcionamiento cotidiano, incluyendo el manejo de relaciones interpersonales o la resolución de problemas de naturaleza social.

Los procesos de toma de decisiones constituyen mecanismos complejos, por lo que distintos componentes ejecutivos y emocionales pueden estar implicados en la capacidad para tomar decisiones adaptativas (Dunn et al., 2006) y los procesos de decisión implicados en la IGT dependen en gran medida de la formación de representaciones emocionales que anticipan las potenciales recompensas y castigos asociados a cada una de las opciones de respuesta (Bechara et al., 2000).

Actualmente han comenzado a utilizarse modelos probabilísticos basados en la lógica bayesiana, como el Prospect-Valence Learning (PVL). El PVL es un modelo computacional cognitivo que permite desentrañar los procesos que subyacen al rendimiento en la IGT e identificar específicamente a aquellos que pueden explicar el comportamiento general de una persona o de un grupo en esta prueba (Busemeyer y Stout, 2002). Este modelo intenta explicar la ejecución en la IGT en base a los siguientes parámetros (Fridberg et al., 2010):

- Regla de Utilidad o forma ( $\alpha$ ): controla la curvatura de la función de utilidad. Tiene un valor comprendido entre 0 y 1 ( $0 < \alpha < 1$ ). Cuando  $\alpha$  se aproxima a 1, la utilidad subjetiva se incrementa en proporción directa al valor del resultado, es decir, la ejecución de la tarea está controlada por las magnitudes de las ganancias y pérdidas. En cambio, cuando  $\alpha$  se aproxima a 0, indica que la utilidad subjetiva crece de forma escalonada de manera que todas las ganancias se perciben de la misma manera independientemente de su valor, y lo mismo sucede con las pérdidas, por lo que lo relevante es la frecuencia de las ganancias y las pérdidas, y no la magnitud de las mismas.
- Aversión a las pérdidas ( $\lambda$ ): Indica la sensibilidad del sujeto ante las pérdidas en comparación con la sensibilidad que muestra ante las ganancias. El valor de  $\lambda$  puede oscilar entre 0 y 10 ( $0 < \lambda < 10$ ). Cuando  $\lambda$  se aproxima a 0 indica que el sujeto no presenta sensibilidad ante las pérdidas, es decir, éstas se consideran acontecimientos neutros, y por tanto sin utilidad. Si  $\lambda=1$  evidencia que las ganancias y las pérdidas tienen el mismo impacto. Y cuando  $\lambda > 1$  indicaría que las pérdidas tienen mayor impacto que las ganancias en la valoración subjetiva del resultado, lo que implica aversión a las pérdidas. La ventaja que nos aporta este parámetro del PVL es que da cuenta del efecto de discriminación entre frecuencia de pérdidas y ganancias y la magnitud de las ganancias y las pérdidas. Es decir, determinar si ganar 5 veces 100€ frecuentemente se percibe como mejor que ganar 500€ una sola vez, aunque el resultado final es el mismo (Erev y Barron, 2005). Así, el modelo PVL explica la preferencia de algunos sujetos por mazos con pérdidas poco frecuentes aunque elevadas en cantidad (por ejemplo, el mazo B) frente a mazos como A con alta frecuencia de pérdidas, aunque el total sea el mismo (Ahn, Busemeyer, Wagenmakers y Stout, 2008).
  - Forma ( $\alpha$ ) y aversión a las pérdidas ( $\lambda$ ) ayudan a establecer la valoración que los participantes hacen de una carta, ya que ésta varía dependiendo de la atención que se le preste a las ganancias frente a las pérdidas, es decir, algunas personas sólo registran ganancias, otras sólo registran pérdidas y otras atienden tanto a pérdidas como a ganancias.





- Recencia (A): Con la experiencia de cada carta (ganancia/pérdida) el participante va actualizando sus expectativas sobre cada mazo. Cada vez que se selecciona una carta, la expectativa del mazo se actualiza en función de los resultados obtenidos. El parámetro de experiencia reciente o Recencia (A) se corresponde con regla delta de aprendizaje (Rescorla y Wagner, 1972), por tanto, es un índice de tasa de aprendizaje y tiene un valor comprendido entre 0 y 1 ( $0 < A < 1$ ). A representa el peso que el sujeto le da a las experiencias previas con un mazo en comparación con el peso que le da a la última elección. Un valor alto de A (cuando se aproxima a 1) indica una gran influencia de la última carta sobre las expectativas del mazo, es decir un rápido olvido de las selecciones anteriores. Por el contrario, un valor de A bajo (próximo a 0) indica la poca influencia de la última carta sobre las expectativas del mazo, predominando las experiencias anteriores por lo que el olvido es más gradual.
- Consistencia (c): Con este parámetro se trata de averiguar en que medida las expectativas sobre un mazo influyen o no a la hora de seleccionarlo de nuevo. Es un indicador del acuerdo entre las expectativas que se tienen de un mazo y la selección que finalmente se realiza, e indica el grado de correspondencia entre las expectativas y la elección. Este parámetro c tiene valores comprendidos entre 0 y 5 ( $0 < c < 5$ ). Un valor alto de c (próximo a 5) señala que las selecciones del participante están determinadas por sus expectativas. Por el contrario, los valores bajos de c (cerca de 0) indicarían baja coherencia entre expectativa y selección, es decir, la elección del mazo se realizaría de manera aleatoria.

En resumen, el modelo PVL intenta explicar los procesos cognitivos que subyacen a la ejecución de la IGT en base a cuatro parámetros: regla de utilidad subjetiva ( $\alpha$ ), aversión a las pérdidas ( $\lambda$ ), recencia (A) y consistencia (c), lo que permite complementar el índice gambling (IG) y nos permite obtener mayor información.

## **2.- Objetivo e hipótesis**

De acuerdo con esto, la IGT estaría reflejando los procesos motivacionales y emocionales de la toma de decisiones que podrían tener lugar en niveles de procesamiento pre-rationales. El objetivo es determinar si la toma de decisiones en la IGT se produce bien en un nivel de procesamiento superior, racional, y por tanto bajo la influencia de los conocimientos previos del sujeto o bien en niveles pre-rationales. Por lo que de acuerdo con esto se plantea la hipótesis de que la familiaridad del sujeto con los números en general y con el dinero en particular no se verá reflejada en la ejecución de la IGT ya que esta evidencia niveles de procesamiento pre-rationales.

## **3.- Método**

### **3.1.- Participantes**

Participaron voluntariamente 50 estudiantes de la Universidad de Huelva (22 hombres y 28 mujeres), con edades comprendidas entre los 21 y los 27 años y matriculados en cuarto o quinto curso de su titulación, divididos en dos grupos según los estudios que cursan (Licenciatura en Administración y Dirección de Empresa, LADE, y Humanidades) de 25 personas cada uno. En cuanto al nivel socioeconómico, 43 participantes tienen un nivel medio (ingresos mensuales entre 900 y 2500€), frente a 5 que lo tienen alto (ingresos mensuales por encima de los 2500€) y 2 bajo (ingresos mensuales por debajo de los 900€). Todos los



participantes fueron seleccionados mediante muestreo intencional y ninguno había consumido algún tipo de drogas de forma regular. Las características más relevantes de ambos grupos son las siguientes:

- LADE: 25 alumnos, 11 (44%) hombres y 14 (56%) mujeres. Edad media de 21,7 años ( $SD = 1,06$ ,  $Mdn = 21$  años) con un rango comprendido entre los 21 y los 25 años. En cuanto al nivel socio-económico, 2 lo tienen bajo, 20 medio, y 3 alto.
- Humanidades: 11 (44%) hombres y 14 (56%) mujeres. Edad media de 22 años ( $SD = 1,5$ ,  $Mdn = 21$  años) con un rango de edad comprendido entre los 21 y los 27 años. 2 participantes presentan un nivel socioeconómico alto y 23 medio.

### 3.2. Instrumento

Se utilizó el programa “Cartas” (Palacios, Paíno y Alameda, 2010), una versión informatizada inspirada en la “Iowa Gambling Task” (Bechara et al., 1994), para medir el proceso de toma de decisiones. En la pantalla del ordenador se presentan cuatro mazos de cartas boca abajo. El participante debe ir escogiendo cartas con el ratón, hasta que se le indique que ha finalizado el juego, previamente en las instrucciones se le indica que el juego consiste en intentar conseguir el máximo dinero posible. La prueba consta de 100 jugadas o elecciones y cada mazo está compuesto de 40 cartas. Cada vez que se selecciona una carta, ésta se voltea y aparece un mensaje que indica la cantidad de dinero ganado y/o perdido y un signo que califica el resultado de la jugada, “+” si se incrementa el saldo, “-” si disminuye, e “=” si no varía, ajustándose la cantidad del saldo al resultado obtenido.

La peculiaridad de la tarea radica en que hay dos mazos favorables (C y D) y dos desfavorables (A y B):

A y B proporcionan altas recompensas económicas y altos castigos. El mazo A contiene premios de 100€ y pérdidas variables entre 100€ y 350€, en cinco de cada 10 cartas. El mazo B contiene premios de 100€ y una única pérdida de 1250€ en cada ciclo de 10 elecciones. En cada ciclo de 10 jugadas se ganan 1000€ y se pierden 1250€.

C y D proporcionan ganancias más bajas, pero con castigos menores. El mazo C contiene premios de 50€ y castigos entre 25 y 75€ en cinco de cada 10 cartas. El mazo D contiene premios de 50€ y un único castigo de 250€ cada 10 cartas. Con estos mazos, en cada ciclo de 10 jugadas se ganan 500€ y se pierden 250€.

La puntuación de la tarea o Índice Gambling (IG) se obtiene al restarle a las elecciones ventajosas (C+D), las desventajosas (A+B), es decir,  $IG = (C+D) - (A+B)$ . Este IG, se calcula para el total de la prueba, la parte inicial (50 primeros ensayos), la parte final (ensayos del 51 al 100) y por bloques de 20 ensayos para evaluar la evolución de la misma.

Los parámetros iniciales de la prueba son: Saldo Inicial: 2000€, Nº de jugadas: 100, Préstamo si saldo negativo: 500€, Retardo para ocultar la carta: 2 segundos, Colocación: ABCD y Gambling Parcial: 20. Todos los participantes realizan la prueba dos veces, una normal y otra invertida.

En la tarea invertida se intercambia el programa de ganancias/pérdidas de los distintos mazos, así, los mazos favorables (ganancias) ahora son A y B, mientras que los desfavorables (pérdidas) son C y D, en este caso los mazos favorables proporcionan mayores pérdidas a corto plazo pero con ganancias a largo plazo, frente a los otros dos mazos que ofrecen menores pérdidas a corto plazo y sin ganancias a largo plazo. Las puntuaciones IG en esta tarea se obtienen al restarle a las elecciones ventajosas las desventajosas, según la fórmula  $IG_i = (A+B) - (C+D)$ .

Tanto en la tarea normal como en la inversa, podemos considerar que valores positivos en el IG indicarán que se realizó la tarea sin asumir riesgos y un valor negativo del IG que se han asumido muchos riesgos, o incluso que la ejecución fue deficiente.



### **3.3.- Procedimiento**

Los participantes fueron previamente informados de los objetivos del estudio y participaron voluntariamente en una única sesión individual. Se obtuvieron los datos relativos a edad, sexo y nivel socio-económico y seguidamente se administró la tarea normal e inversa.

Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio 3 (Procesos Cognitivos) del edificio Marie Curie de la Universidad de Huelva, dotada de todo el instrumental necesario para el estudio, convenientemente iluminada y aislada. La duración de la administración de la tarea fue de 15-20 minutos ininterrumpidos. Al finalizar se ofreció a todos los participantes una explicación de los resultados obtenidos, proporcionándose a aquellos que lo quisieron.

### **3.4. Variables utilizadas y análisis estadístico**

Los datos se trabajaron y analizaron con el SPSS.

Las variables dependientes utilizadas fueron:

- IG: las puntuaciones obtenidas por los participantes en los 100 ensayos de las tareas normal (IG) e inversa (IGi), así como la puntuación obtenida en cada bloque de 20 ensayos, tanto en la tarea normal (IG20, IG40, IG60, IG80 e IG100) como en la inversa (IG20i, IG40i, IG60i, IG80i e IG100i)

- El número de cartas elegidas en cada mazo (A, B, C y D), tanto en la tarea normal e inversa, como en el total y en los distintos parciales utilizados para la obtención del IG.

- Los parámetros del Prospect-Valence Learning: A (recencia), c (consistencia),  $\alpha$  (regla de utilidad) y  $\lambda$  (aversión a las pérdidas). Los cálculos de los parámetros se realizaron con el programa R a partir de los criterios utilizados por Ann et al. (2008).

Las variables independientes utilizadas fueron: titulación, edad, sexo y el nivel socioeconómico. Se realizaron análisis estadísticos del total de la prueba y de los distintos parciales utilizados, tanto en la versión normal como inversa.

Para analizar la influencia de la titulación-formación sobre el rendimiento de la tarea, se realizaron *t* de student; y para comparar la evolución a lo largo de los diferentes bloques, se utilizaron análisis de medidas repetidas. Finalmente, para determinar las diferencias en los parámetros del PVL se utilizó la U de Mann-Whitney.

## **4. – Resultados**

### **4.1.- Procedimiento normal**

Diversos estudios utilizan un IG de 10 como indicador de la buena o mala ejecución en la tarea, precisamente porque ésta ha sido la puntuación máxima alcanzada por pacientes neurológicos con daño en el área ventromedial del córtex prefrontal (Bechara y Damasio, 2002; Bechara et al., 2001; Bechara et al., 2003), indicando que las puntuaciones inferiores a 10 corresponden a una mala ejecución, mientras que las puntuaciones superiores señalan una buena ejecución de la tarea.

En este caso, aunque todos nuestros participantes son estudiantes universitarios, y presumiblemente adultos sanos, hemos obtenido en los estudiantes de LADE, que el 20% de los participantes (5 de 25) presentan un IG inferior a 10, mientras que en los estudiantes de Humanidades, estas puntuaciones inferiores a 10 se dan en 11 de 25, es decir en el 44% de los participantes ( $z=1,819$ ,  $p=,068$ ).

En cuanto a los resultados concretos de la ejecución de la prueba, en la Tabla 1 presentamos los descriptivos correspondientes a la tarea normal.





	Humanidades				LADE				t(1-48)	
	M	SD	Mdn	rango	M	SD	Mdn	rango	t	p
IG	14,32	23,56	14	-30/60	28,48	21,22	34	-20/60	2,233	,030
IG20	-1,92	7,65	-2	-20/20	-2,88	11,26	-2	-20/20	0,353	,726
IG40	-0,16	10,63	0	-12/20	7,20	9,76	8	-12/20	2,550	,014
IG60	1,92	11,08	0	-20/20	9,12	10,58	12	-20/20	2,349	,023
IG80	6,88	9,16	6	-18/20	8,24	9,78	8	-18/20	0,507	,614
IG100	7,60	8,24	8	-20/20	6,80	13,28	10	-20/20	0,256	,799

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los distintos índices de la prueba.

Como se puede apreciar en todos los indicadores en las últimas fases de la tarea los resultados obtenidos en ambos grupos son similares, es decir, no se obtienen diferencias significativas, sin embargo, en el cómputo general de la misma y en las fases intermedias (bloque 2 y 3) los estudiantes de LADE obtienen mejores resultados (Figura 1).

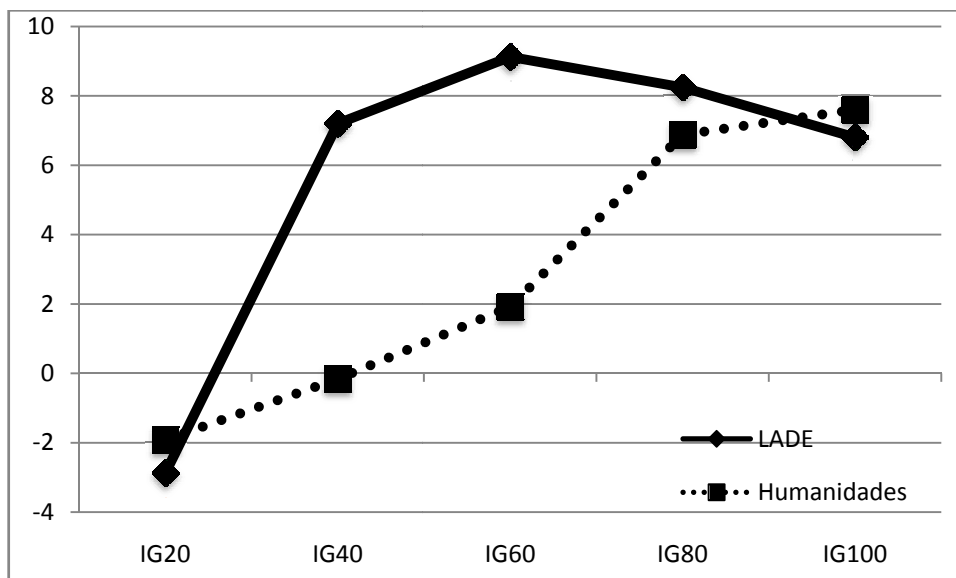


Figura 1. Índice Gambling por bloques para estudiantes de Humanidades y estudiantes de LADE.

Como muestra la Figura 1, la ejecución de la tarea es ligeramente diferente en ambos grupos, mientras que es ascendente a lo largo de los cinco bloques en los alumnos de Humanidades, en los de LADE, presenta un ascenso pronunciado en los tres primeros bloques y un descenso de puntuaciones en los dos últimos bloques, para presentar prácticamente puntuaciones idénticas a la de los alumnos de Humanidades.

Los análisis de medidas repetidas nos muestran diferencias significativas ( $F(4-45)=7,830$ ,  $p=,000$ ), no siendo significativas las diferencias encontradas entre los dos grupos de estudiantes como factor intersujetos ( $F(4-45)=1,363$ ,  $p=,262$ ), tampoco resulta significativa la influencia del sexo, nivel socioeconómico y edad, ni ninguna de las interacciones posibles ( $p>,05$ ). Si analizamos el desarrollo de la prueba de forma separada para ambos grupos, podemos observar que hay diferencias en la evolución de la tarea a lo largo de los cinco bloques en los estudiantes de LADE ( $F(4-21)=4,991$ ,  $p=,005$ ), sin resultar significativa la influencia del sexo, el nivel de estudios y la edad, ni ninguna de las interacciones posibles ( $p>,05$ ). Mediante el contraste de Bonferroni, podemos apreciar que se obtienen diferencias significativas entre el primer y tercer bloque ( $p=,016$ ) y entre el primer y el cuarto bloque ( $p=,002$ ).



También es significativa la tendencia ascendente que presentan los estudiantes de Humanidades ( $F(4-21)=5,368$ ,  $p=,004$ ), pero no encontramos que sea significativa la influencia del sexo, el nivel de económico y la edad, ni ninguna de las interacciones posibles ( $p>,05$ ). En este caso, el contraste de Bonferroni nos muestra diferencias significativas entre el primer y el cuarto bloque ( $p=,025$ ) y entre el primer y el quinto bloque ( $p=,001$ ).

En cuanto al número de elecciones (Tabla 2), ambos grupos muestran una preferencia clara por los mazos favorables, y ambos seleccionan en menor medida el mazo A (desfavorable).

	Humanidades			LADE			t(1-48)	
	M	SD	rango	M	SD	rango	t	p
<b>nA</b>	16,4	7,8	6-40	14	6,2	3-28	1,261	,213
<b>nB</b>	26,5	10,809	9-40	22	7,7	8-40	1,715	,093
<b>nC</b>	29	8,6	8-40	30	7,5	16-40	,615	,542
<b>nD</b>	34	6,6	2-40	28	11,01	14-40	2,199	,033

**Tabla 2.** Número de elecciones de cada mazo en la prueba.

Analizando las estrategias de elección de mazos en ambos grupos obtenemos los resultados que se muestran en la Tabla 3. Como es de esperar, no hay diferencias significativas entre las elecciones de los mazos favorables (C y D) en ambos grupos. Sin embargo, en los mazos desfavorables (A y B) se obtienen diferencias significativas en ambos grupos. Este dato se complementa con el hecho de que en ambos grupos las diferencias entre A-C y A-D son significativas, pero con el mazo B los resultados difieren, ya que mientras en los estudiantes de Humanidades no hay diferencias entre B-C y B-D, como cabría esperar, en los de LADE si se pueden observar las diferencias entre B y los mazos desfavorables.

	Humanidades		LADE	
	t <sub>1-24</sub>	p	t <sub>1-24</sub>	p
<b>nA-nB</b>	-3,429	,002	-4,399	,000
<b>nA-nC</b>	-4,767	,000	-7,099	,000
<b>nA-nD</b>	-3,949	,001	-8,629	,000
<b>nB-nC</b>	-,755	,457	-2,933	,007
<b>nB-nD</b>	-,473	,641	-4,855	,000
<b>nC-nD</b>	,164	,871	-1,970	,061

**Tabla 3.** Diferencias de medias en las estrategias de elección de mazos en ambos grupos.

En la Figura 2, se puede apreciar cómo en las distintas fases de la prueba las elecciones de los distintos mazos están en consonancia con sus características, así, en el primer bloque son más las elecciones ventajosas. En el caso de los estudiantes de LADE, ya en el segundo bloque son más las elecciones ventajosas, y se mantienen a lo largo de la tarea, en cambio, en los estudiantes de Humanidades, las elecciones ventajosas empiezan a ser mayoritarias a partir del tercer bloque.

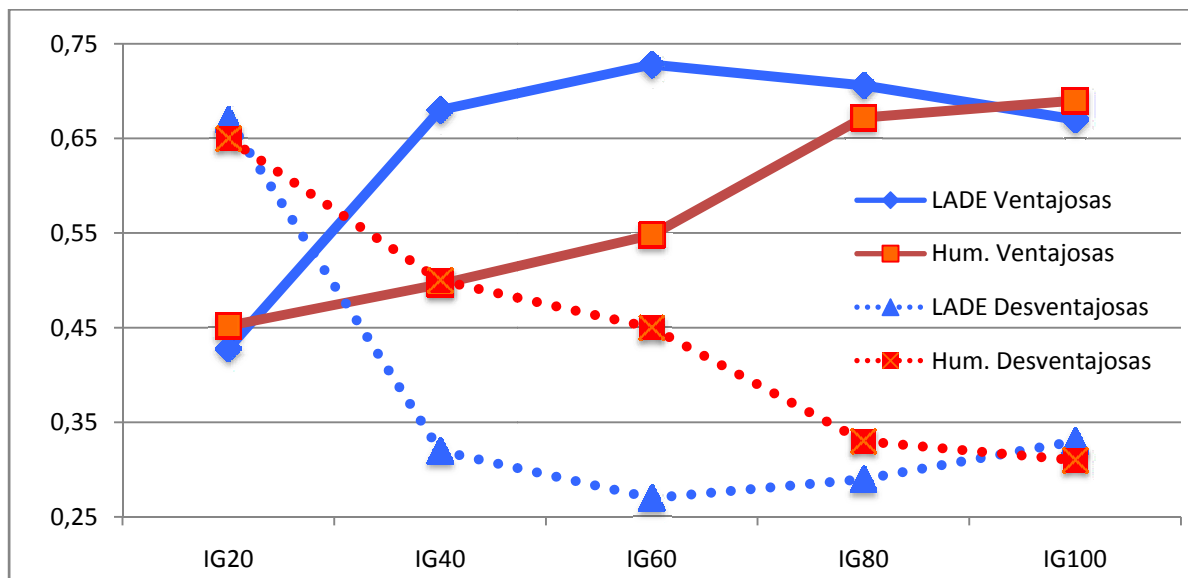


Figura 2. Elecciones ventajosas y desventajosas a lo largo de los 5 bloques de la prueba.

En cuanto a los parámetros del modelo PVL, como podemos apreciar en la Tabla 4, no existen diferencias significativas en ninguno de los cuatro parámetros. Teniendo en cuenta las consideraciones de este modelo, estos resultados nos permiten caracterizar la ejecución de nuestros participantes como consistente (c), influenciada por las elecciones previas (A), presentan aversión a las pérdidas ( $\lambda$ ), y están más orientados a la magnitud de las ganancias/pérdidas ( $\alpha$ ) que a la frecuencia de las mismas (Tabla 4).

	Humanidades			LADE			U(1-48)	
	M	SD	mediana	M	SD	mediana	U	p
A	0,67	0,27	0,63	0,59	0,27	0,53	257	,282
$\alpha$	0,21	0,31	0,01	0,29	0,34	0,08	294	,727
c	0,59	0,46	0,55	0,79	0,50	0,86	230	,109
$\lambda$	1,79	2,23	0,77	1,37	1,97	0,25	304	,869

Tabla 4. Valores de los parámetros del modelo Prospect-Valence Learning (PVL).

#### 4.2.- Procedimiento inverso

Consiste en intercambiar el programa de pérdidas y ganancias, es decir pasar las pérdidas a ganancias y viceversa. El objetivo es comprobar si los resultados que se obtienen en el primer experimento se deben a la insensibilización a las pérdidas, si bien, un dato previo a tener en cuenta es que tras una pérdida de 1250€ los participantes tardan una media de 6 jugadas en volver a seleccionar el mazo B, sin detectar diferencias entre ambos grupos.

En la Tabla 5 presentamos los resultados obtenidos en los distintos índices gambling. Como se puede apreciar en todos los indicadores los resultados obtenidos en ambos grupos son similares, ya que no se obtienen diferencias significativas.



	Humanidades				LADE				t(1-48)	
	M	SD	Mdn	rango	M	SD	Mdn	rango	t	p
IG	13,76	30,39	20	-60/52	7,68	27,421	2	-44/60	0,743	,461
IG20	-5,44	6,34	-6	-16/6	-2,40	6,218	-2	-12/10	1,712	,093
IG40	2,96	10,04	4	-18/20	-2,72	10,470	-2	-18/20	1,958	,056
IG60	8,88	9,73	12	-14/20	3,60	11,431	2	-16/20	1,759	,085
IG80	3,76	12,82	8	-20/20	5,04	12,911	6	-16/20	0,352	,727
IG100	3,60	11,71	4	-16/20	4,16	11,531	4	-20/20	0,170	,865

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de los distintos índices de la prueba.

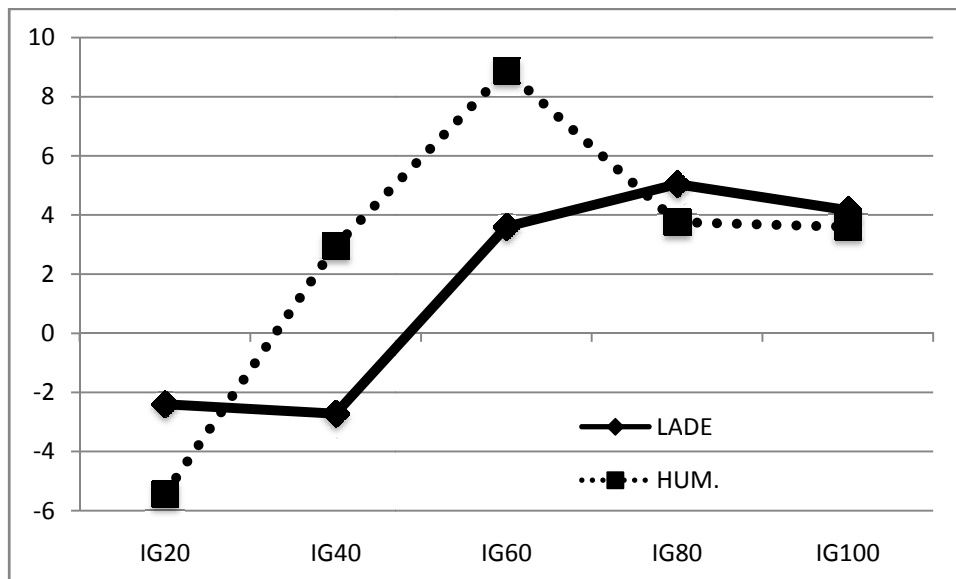


Figura 3. Índice Gambling por bloques para estudiantes de Humanidades y estudiantes de LADE en la tarea inversa.

Como muestra la Figura 3, la ejecución de la tarea en ambos grupos es inicialmente ascendente y descendente al final. Los análisis de medidas repetidas muestran diferencias significativas ( $F(4-45)=9,171$ ,  $p=,000$ ), siendo también significativas las diferencias encontradas entre los dos grupos de estudiantes como factor intersujetos ( $F(4-25)=2,789$ ,  $p=,038$ ), no resultando significativa la influencia del nivel socioeconómico, el sexo y la edad, ni ninguna de las interacciones posibles ( $p>,05$ ). Las diferencias encontradas están relacionadas fundamentalmente con la ejecución de los estudiantes de Humanidades, ya que los contrastes de Bonferroni nos muestran que no hay diferencias significativas entre los distintos bloques en los estudiantes de LADE, mientras que en los estudiantes de Humanidades se obtienen diferencias significativas entre el primer bloque y el resto, (Ig20-Ig40:  $p=,003$ ; Ig20-Ig60:  $p=,000$ ; Ig20-Ig80:  $p=,044$ ; Ig20-Ig100:  $p=,026$ ).

En cuanto al número de elecciones de cada mazo, presentamos los resultados en la Tabla 6. Ambos grupos muestran preferencias diferenciadas, así, los estudiantes de Humanidades muestran una clara preferencia por A, en cambio, el número de elecciones de B está siempre por debajo de las elecciones de C. En los alumnos de LADE la preferencia está en B y en segundo lugar C aunque con un número de elecciones muy similar al de A (26,16 frente a 25,92). En ambos casos no hay una clara identificación de las condiciones favorables-



desfavorables de los distintos mazos en esta versión de la tarea. Como podemos apreciar en la Tabla 6 las diferencias de elecciones entre ambos grupos no son significativas.

	Humanidades			LADE			t(1-48)	
	M	SD	rango	M	SD	rango	t	p
<b>nA</b>	31	9,97	5-40	26	11,17	4-40	1,58	,122
<b>nB</b>	26	12,25	3-40	28	9,86	7-40	0,53	,596
<b>nC</b>	28	8,97	12-40	26	10,74	11-40	0,62	,542
<b>nD</b>	15	10,06	5-40	20	7,66	9-35	1,88	,066

**Tabla 6.** Número de elecciones de cada mazo en el total de la prueba inversa.

Analizando las estrategias de elección de mazos en ambos grupos (Tabla 7), podemos apreciar que éstas son diferentes, así mientras que en los estudiantes de LADE no hay diferencias significativas entre las elecciones de los mazos, salvo la que se observa entre el mazo B (favorable) y el D (desfavorable), en los estudiantes de Humanidades, aunque no encontramos todas las diferencias que cabría, al menos sí podemos afirmar que hay una diferente consideración de las mismas en la dicotomía favorable-desfavorable.

	Humanidades		LADE	
	t <sub>1-24</sub>	p	t <sub>1-24</sub>	p
<b>nA-nB</b>	1,344	,192	0,625	,538
<b>nA-nC</b>	0,867	,395	0,050	,961
<b>nA-nD</b>	4,437	,000	1,932	,065
<b>nB-nC</b>	0,422	,677	0,529	,602
<b>nB-nD</b>	2,727	,012	2,549	,018
<b>nC-nD</b>	5,464	,000	2,405	,024

**Tabla 7.** Diferencias de medias en las estrategias de elección de mazos en ambos grupos.

Si tenemos en cuenta la evolución de las elecciones de mazos a lo largo de los cinco bloques obtenemos unos resultados similares. En la Figura 4 se puede apreciar cómo evoluciona la elección de los distintos mazos, así, en los estudiantes de LADE en los dos primeros bloques realizan más elecciones desventajosas, y en los tres últimos bloques las elecciones ventajosas son siempre superiores a las desventajosas. En cambio, en los estudiantes de Humanidades la preferencia por las elecciones ventajosas se fija ya en el segundo bloque de la prueba.



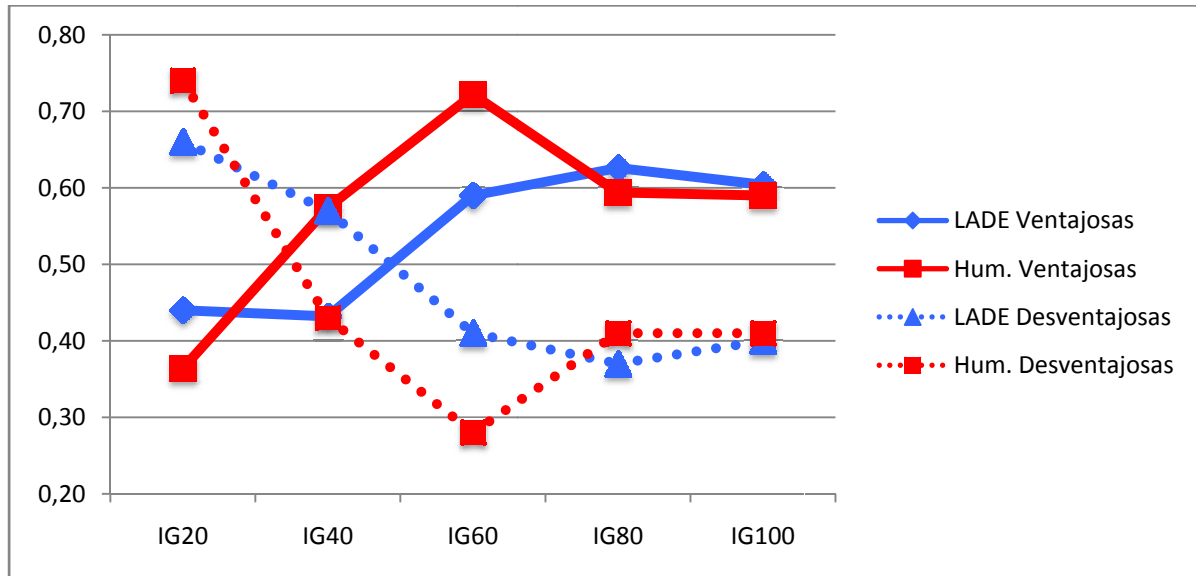


Figura 4. Elecciones de mazos a lo largo de los 5 bloques.

En cuanto a los parámetros del modelo PVL, mostramos en la Tabla 8 los valores de los distintos parámetros, y podemos apreciar que no hay diferencias significativas entre ambos grupos. Teniendo en cuenta las consideraciones de este modelo, al igual que en el procedimiento normal, podemos caracterizar la ejecución de nuestros participantes como consistente (c), influenciada por las elecciones previas (A), no presentan aversión a las pérdidas ( $\lambda$ ), y la tarea está controlada tanto por la magnitud de las ganancias/pérdidas como la frecuencia de las mismas (Tabla 8).

	Humanidades			LADE			U(1-48)	
	M	SD	mediana	M	SD	mediana	U	p
A	0,73	0,19	0,69	0,73	0,27	0,77	257	,282
$\alpha$	0,48	0,40	0,57	0,56	0,33	0,56	294	,727
c	0,69	0,44	0,69	1,01	0,95	0,77	230	,109
$\lambda$	0,21	1,00	0,01	0,42	0,89	0,01	304	,869

Tabla 8. Valores de los parámetros del modelo Prospect-Valence Learning (PVL).

Por último, si comparamos los resultados de la prueba normal y la inversa en base a los parámetros del modelo PVL, apreciamos que no hay diferencias significativas ni en recencia (A) ni en consistencia (c), tanto en los alumnos de LADE como de Humanidades, y encontramos diferencias significativas en los parámetros regla de utilidad ( $\alpha$ ) y aversión a las pérdidas ( $\lambda$ ), en los estudiantes de LADE ( $Z=-2,677$ ,  $p=,007$  y  $Z=-2,429$ ,  $p=,015$ ) y de Humanidades ( $Z=-2,866$ ,  $p=,004$  y  $Z=-2,543$ ,  $p=,011$ ).

## 5.- Discusión y conclusiones

Las funciones ejecutivas como conjunto integrado de habilidades están implicadas en el control (producción y supervisión) de las conductas orientadas a objetivos, por ello el proceso de toma de decisiones está íntimamente relacionado con estas funciones. Según los postulados de la hipótesis del Marcador Somático, las emociones juegan un papel determinante en este proceso al “simplificar” o sesgar de acuerdo con el contenido emocional



las distintas opciones de elección, facilitando el proceso y descargando la carga de trabajo de nuestra memoria operativa. Así, los marcadores somáticos utilizan las emociones secundarias asociadas a las conductas mediante procesos operantes, para establecer guías que nos permiten orientar o facilitar nuestras elecciones, si bien, pueden entrar en juego otra serie de factores que pueden hacer que nuestro sistema cognitivo las bloquee o ignore.

La IGT pretende simular la toma de decisiones mediante un juego de cartas, esto permite reflejar los procesos que inciden en la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre (ganancias/pérdidas). En este sentido planteábamos el objetivo de determinar el locus de control del marcador somático en la toma de decisiones. Para ello, aplicamos la prueba a dos grupos de estudiantes de la Universidad de Huelva, de LADE familiarizados con el uso de los números y el manejo del dinero y de Humanidades, presumiblemente, menos familiarizados con los números.

Los resultados obtenidos evidencian que no existen diferencias entre ambos grupos en los parámetros del modelo PVL, sin embargo las diferencias entre los correspondientes IG totales son estadísticamente significativas, con una ejecución superior en los estudiantes de LADE, por lo que siguiendo el modelo de Stout y colaboradores (Ahn, et al., 2008; Busemeyer y Stout, 2002; Fridberg, et al., 2010), los mecanismos cognitivos en la toma de decisiones son similares en ambos grupos, no siendo así los resultados concretos, en este sentido podríamos afirmar que el procesamiento estaría teniendo lugar en niveles pre-rationales (parámetros del PVL), lo que encaja con los postulados de la hipótesis del marcador somático, y que las diferencias en el IG se deben a procedimientos estratégicos (Maia y McClelland, 2004).

Analizando la ejecución de ambos grupos, un primer dato a considerar es que un 32% (16 de 50) de los participantes obtiene puntuaciones por debajo 10 en el IG, lo que entra dentro de la normalidad (Bechara y Damasio, 2002; Bechara et al., 2001; Bechara et al., 2003), no obstante este dato debe ser considerado como indicador de posibles problemas en la toma de decisiones sin que necesariamente esté asociado a alteraciones en la corteza ventromedial.

Los resultados de ambos grupos son similares al inicio de la prueba y al final, sin embargo el desempeño en los bloques intermedios es mejor en los alumnos de LADE (Tabla 1 y Figura 1), en la prueba normal (con diferencias significativas) en cambio, en la inversa las diferencias no llegan a ser significativas (Tabla 5 y Figura 3). También destacar que los estudiantes de LADE rinden mejor en la tarea normal (IG=28,48) que en la inversa (IG=7,68), mientras que los alumnos de Humanidades rinden muy similar en ambas tareas (14,32 y 13,76), aspecto que como comentamos antes puede estar relacionado con procesamientos estratégicos más acusados en los alumnos de LADE (Maia y McLeland, 2004), no obstante dentro de la hipótesis del marcador somático habría que destacar que el resultado final en ambos grupos (últimos bloques) es muy similar (Figuras 1 y 3), y no hay diferencias en los parámetros del PVL, si bien en el proceso de la misma podemos observar las diferencias ya reseñadas. En ambos casos tampoco resulta significativa la influencia del nivel de estudios, sexo y edad, ni ninguna de las interacciones posibles ( $p > ,05$ ), aspecto que no encaja dentro de la diversidad de resultados que se han obtenido con la IGT en relación a la edad, donde la relación entre edad e IG es como una curva Yerkes-Dodson, los más jóvenes y los de edad más avanzada presentan los peores resultados (Crone, Somsen, Beeky Van der Molen, 2004; Denburg, Tranel y Bechara, 2005; Hooper, Luciana, Conklin y Yareger, 2004; Kerr y Zelazo, 2004; Lamar y Resnick, 2004; Overman, Frassrand, Ansel, Trawalter, Bies y Redmond, 2004), el sexo, donde las mujeres, en todos los rangos de edad, presentan mejores puntuaciones que los hombres (Bechara, et al., 1997; Bolla et al., 2004; Overman, 2004; Reavis y Overman,



2001) o el nivel de estudios, donde paradójicamente hay una relación inversa entre el nivel de estudios y la IG (Evans, Kemishy Turnbull, 2004).

En cuanto al número de elecciones de cada mazo en la tarea normal (Tabla 2) ambos grupos muestran una preferencia clara por los mazos favorables, siendo el menos seleccionado el mazo A, cabe destacar que las diferencias de elecciones entre ambos grupos no son significativas (salvo las elecciones en el mazo D, y en ambos casos entran dentro de lo esperable), por lo que podemos afirmar que las estrategias de elección son similares. En ambos casos el valor de  $\alpha$  está próximo a 0, lo que denota más sensibilidad a la frecuencia de las pérdidas que a la magnitud de las mismas, esto explica el porqué las elecciones de B (en el procedimiento normal) y D (procedimiento inverso) son más elevadas que las de A (normal) y C (inverso), ya que aunque la magnitud de las pérdidas y ganancias es la misma, la frecuencia es notablemente menor en B y D (1 de cada 10). Además, como se puede apreciar en la Tabla 3, no hay diferencias significativas entre las elecciones de los mazos favorables (C y D) de ambos grupos, en cambio sí las hay en los desfavorables (A y B), relacionado con el valor que se obtiene en  $\alpha$ , lo que denota problemas a la hora de identificar B como un mazo desfavorable (especialmente en los alumnos de Humanidades), hecho que se ha observado en diferentes trabajos (Alameda, Paño y Mogedas, 2012, Lin et al., 2009; Lin et al., 2007; Mogedas y Alameda, 2011) y que invita a plantearse cambios en el programa de ganancias y pérdidas de los distintos mazos, ya que en el caso de B, parece que los sujetos consideran el número de pérdidas y ganancias pasando por alto el balance de las mismas, lo que implica un manejo inadecuado de la información proporcionada por el mencionado mazo.

Si nos fijamos en los parámetros del modelo PVL, como comentamos anteriormente, no hay diferencias significativas entre ambos grupos, ni en la tarea normal ni en la tarea inversa. Pero si comparamos los resultados de ambas vemos cambios significativos en  $\alpha$  y  $\lambda$ , obviamente muy relacionados con las características de ambas tareas.

La regla de utilidad  $\alpha$  o forma, está relacionada con la discriminación entre magnitud y frecuencia. Como podemos apreciar en las Tablas 3 y 8, en la tarea normal  $\alpha$  tiende a 0, esto implica que los participantes perciben las ganancias y pérdidas de la misma manera independientemente de su valor, es decir, lo relevante es la frecuencia de las ganancias y las pérdidas, en cambio, en la tarea inversa  $\alpha$  está próxima al 0,5 por lo que podríamos afirmar que la tarea está controlada tanto por la magnitud de las ganancias/pérdidas como la frecuencia de las mismas, aunque si hay una ligera tendencia hacia la magnitud. Conviene recordar que en la tarea normal se gana en todas las jugadas y se pierde en algunas, y en la inversa, es al revés, se pierde en todas y se gana en algunas.

En cuanto a  $\lambda$ , como indicamos anteriormente indica la sensibilidad del sujeto ante las pérdidas. En la tarea normal, en ambos casos  $\lambda$  es superior a 1, por lo que las pérdidas tienen un mayor impacto que las ganancias, es decir, hay aversión a las pérdidas. En cambio en la tarea inversa el valor de  $\lambda$  se aproxima a 0 por lo que nuestros participantes no presentan sensibilidad ante las pérdidas, éstas se consideran acontecimientos neutros sin utilidad.

En resumen, los resultados obtenidos indican que aunque hay diferencias en la ejecución de la tarea en ambos grupos de estudiantes los parámetros del modelo PVL son similares en ambos, por lo que no hay diferencias en el funcionamiento de los mecanismos cognitivos de la toma de decisiones, además, el rendimiento en dicha tarea no se ve influenciado por la edad, sexo y nivel socioeconómico. Teniendo en cuenta estos resultados, consideramos necesario abordar en futuras investigaciones otras cuestiones, como, analizar los datos en su conjunto, sin abordar diferencias entre grupos, incrementar la muestra para poder analizar mejor el papel de las distintas variables. Además, siguiendo a Contreras, Catena, Cándido, Perales y Maldonado (2008), sería necesario buscar medidas más fiables y solucionar los problemas de previsibilidad, la programación de los mazos, especialmente en B



y C (Alameda et al., 2012; Lin et al., 2009; Lin et al., 2007; Mogedas y Alameda, 2011; van den Bos, Houx y Spruijt, 2006), buscar presentaciones de estímulos más intuitivas o informativas (Gordillo et al., 2010), o analizar el tipo de instrucciones (Balodis et al., 2006; DeDonno y Demaree, 2008; Fernie y Tunney, 2006).

## 6.- Referencias

- Ahn, W. Y., Busemeyer, J. R., Wagenmakers, E. J. y Stout, J. C. (2008). Comparison of decision learning models using the generalization criterion method. *Cognitive Science*, 32, 1376–1402.
- Alameda, J. R., Paíno, S. y Mogedas, A. I. (2012). Toma de decisiones en consumidores de cannabis. *Adicciones*, 24, 161-172.
- Barkley, R. A. (2001). The executive functions and self-regulation: an evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology Review*, 11, 1-29.
- 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.
- Bechara, A. y Damasio, H. (2002). Decision-making and addiction (par. I): Impaired activation of somatic states in substance dependent individuals when pondering decisions with negative future consequences. *Neuropsychologia*, 40, 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, 7-15.
- Bechara, A., Damasio, H. y Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision-making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10, 295-307.
- Bechara, A., Damasio, H. y Damasio, A.R. (2003). The role of the amygdala in decision-making. En P. Shinnick-Gallagher, A. Pitkanen, A. Shekhar y L. Cahill (Eds.), *The Amygdala in Brain Function: Basic and Clinical Approaches. Annals of the New York Academy of Sciences*, 985,356-369.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D. y Damasio, A.R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 275, 1293-1295.
- Bechara, A., Dolan, S., Denburg, N., Hinds, A., Anderson, S. W. y Nathan, P. E. (2001). Decision making deficits, linked to a dysfunctional ventromedial prefrontal cortex, revealed in alcohol and stimulant abusers. *Neuropsychologia*, 39, 376-389.
- Bechara, A., Tranel, D. y Damasio, H. (2000). Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain*, 123, 2189-2202.



- Bolla, K. I., Eldrech, D. A., Matochik, J. A. y Cadet, J. L. (2004). Sex-related Differences in a Gambling Task and Its Neurological Correlates. *Cerebral Cortex*, *14*, 1226-1232.
- Bos, R. van den, 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*, 155-161.
- Busemeyer, J. R. y Stout, J. C. (2002). A contribution of cognitive decision models to clinical assessment: Decomposing performance on the Bechara gambling task. *Psychological Assessment*, *14*(3), 253–262.
- 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.
- Crone, E. A., Somsen, R. J., Beek, B. V., van der Molen, M. W., (2004). Heart rate and skin conductance analysis of antecedents and consequences of decision making. *Psychophysiology* *41*, 531–540.
- Damasio, A. R. (2004). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica. (Orig. 1994).
- Davidson, R. J. (2002). Anxiety and affective style: Role of prefrontal cortex and amygdala. *Biological Psychiatry*, *51*, 68-80.
- DeDonno, M. A. y Demaree, H. A. (2008). Perceived time pressure and the Iowa Gambling Task. *Judgment and Decision Making*, *3*, 636-640.
- Denburg, N. L., Tranel, D., y Bechara, A. (2005). The ability to decide advantageously declines prematurely in some normal older persons. *Neuropsychologia*, *43*, 1099-1106.
- Dunn, B. D., Dalgleish, T. y Lawrence, A. D. (2006). The somatic-marker hypothesis: A critical evaluation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *30*, 239-271.
- Erev, I. y Barron, G. (2005). On adaptation, maximization, and reinforcement learning among cognitive strategies. *Psychological Review*, *112*(4), 912–931.
- Evans, C. E. Y., Kemish, K., yTurnbull, O. H. (2004). Paradoxical effects of education on the Iowa Gambling Task. *Brain and Cognition*, *54*, 240-244.
- 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*, 94-102.





- Fridberg, D. J., Queller, S., Ahn, W. Y., Kim, W., Bishara, A. J. Busemeyer, J. R., Porrino, L. y Stout, J. C. (2010). Cognitive mechanisms underlying risky decision-making in chronic cannabis users. *Journal of Mathematical Psychology*, 54, 28–38.
- 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*, 34.
- Grant, S., Contoreggi, C. y London, E. D. (2000). Drug abusers show impaired performance in a laboratory test of decision-making. *Neuropsychologia*, 38, 1180-1187.
- Hooper, C. J., Luciana, M., Conklin, H. M. y Yarger, R. S. (2004). Adolescents' performance on the Iowa Gambling Task: Implications for the development of decision-making and ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Psychology*, 40, 1148-1158.
- Kerr, A., y Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The Children's Gambling Task. *Brain and Cognition*, 55, 148–157.
- Lamar, M., y Resnick, S. M. (2004). Aging and prefrontal functions: dissociating orbitofrontal and dorsolateral abilities. *Neurobiology of Aging*, 25, 553-558.
- Lin, C. H., Chiu, Y. C. y Huang, J. T. (2009). Gain-loss frequency and final outcome in the Soochow Gambling Task: A Reassessment. *Behavioral and Brain Function*, 5:45.
- Lin C. H., Chiu Y. C., Lee P. L. y Hsieh J. C. (2007). Is deck B a disadvantageous deck in the Iowa Gambling Task? *Behavioral and Brain Function*, 3:16.
- 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 USA (PNAS)* 101, 16075–16080.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzky, A. H. y Howerther, A. (2000). The unity and diversity of executive function and their contribution to complex frontal lobe tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Mogedas, A. I. y Alameda, J. R. (2011). Toma de decisiones en pacientes drogodependientes. *Adicciones*.23, 277-287
- Overman, W. H. (2004). Sex differences in early childhood, adolescence, and adulthood on cognitive tasks that rely on orbital prefrontal cortex. *Brain and Cognition*, 55, 134-147.



- Overman, W., Frassrand, K., Ansel, S., Trawalter, S., Bies, B. y Redmond, A. (2004). Performance on the IOWA card task by adolescents and adults. *Neuropsychologia*, 42, 1838-1851.
- Palacios, E., Paíno, S. G. y Alameda, J. R. (2010). Programa Cartas. Descargado: <http://www.telecable.es/personales/elias.palacios/CartasSetup.jar>.
- Reavis, R., Overman, W. H. (2001) Adult sex differences on a decision-making task previously shown to depend on the orbital prefrontal cortex. *Behavioral Neuroscience*, 115, 115-196
- Rescorla, R. A. y Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and non reinforcement. En A. H. Black y W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II* (pp. 64–99). Appleton-Century-Crofts.
- Roberts, A. C., Robbins, T. W. y Weiskrantz, L. (1998). *The Prefrontal Cortex: Executive and Cognitive Functions*. Nueva York: Oxford University Press.
- Stuss, D. T. y Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research*, 63, 289-298.
- Stuss, D. T. y Knight, R. T. (Eds.) (2002). *Principles of frontal lobe functioning*. Nueva York: Oxford University Press.
- Tekin, S. y Cummings, J. L. (2002). Frontal-subcortical neuronal circuits and clinical neuropsychiatry: An update. *Journal of Psychosomatic Research*, 53, 647-654.
- Turnbull, O. H., Evans, C. E., Bunce, A., Carzolio, B. y O'Connor, J. (2005). Emotion based learning and central executive resources: an investigation of intuition and the Iowa Gambling Task. *Brain and Cognition*, 57, 244-247.
- Verdejo-García, A., Pérez-García, M. y Bechara, A. (2006). Emotion, Decision-Making and Substance Dependence: A Somatic-Marker Model of Addiction. *Current Neuropharmacology*, 4, 17-31.
- Verdejo-García, A., Vilar-López, R., Pérez-García, M., Podell, K. y Goldberg, E. (2006). Altered adaptive but not veridical decision-making in substance dependent individuals. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 90-99.