



# UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



## FACULTAD DE PSICOLOGÍA



### Trabajo Fin de Grado en Psicología

Convocatoria Junio

2018

### HABILIDAD DE CAMBIO Y TOMA DE DECISIONES SHIFTING ABILITY AND DECISION-MAKING

AUTOR: ANDREI LUCIAN MUZSNOI

TUTOR: MARÍA TERESA DAZA GONZALEZ

COTUTOR: PAMELA RUIZ CASTAÑEDA

## RESUMEN

Desde el comienzo de la neurociencia cognitiva en la década de los 80, han surgido distintos modelos tratando de explicar y organizar las distintas funciones ejecutivas. Uno de estos modelos distingue entre dos tipos de funciones ejecutivas: las cognitivas o “frías” y las emocionales o “cálidas”. El principal objetivo del presente trabajo consistió en estudiar, en un grupo de sujetos adultos, la relación entre una función ejecutiva cognitiva (habilidad de cambio) y otra de tipo emocional (toma de decisiones en situaciones de incertidumbre). Se empleó una versión informatizada de la *Iowa Gambling Task* (IGT) y una *Switching Task* para evaluar toma de decisiones y habilidad de cambio respectivamente. Los participantes fueron divididos en dos grupos según sus habilidades de cambio, y se comparó su ejecución en la tarea de toma de decisiones (IGT). Tal y como esperábamos, los participantes con mejor habilidad de cambio (n=21) obtuvieron “*net scores*” positivas en la IGT, mientras que los sujetos con peor habilidad de cambio (n=21) mostraron “*net scores*” negativas. Sin embargo, estas diferencias no alcanzaron significación estadística, lo que podría deberse al reducido tamaño de la muestra. Los resultados también son discutidos teniendo en cuenta la supuesta impenetrabilidad cognitiva de la IGT, y la existencia de dos sistemas implicados en la toma de decisiones como posible explicación del papel reducido de la habilidad de cambio en el proceso de toma de decisiones.

## ABSTRACT

Since the beginnings of cognitive neuroscience in the late 80's, there have been emerging a vast number of models trying to explain and organize the different executive functions. One of these models distinguish between two types of executive functions: cognitive or “cold” and emotional or “hot”. The present work main objective is to study, in a group of adult subjects, the relation between a “cold” executive function (shifting ability) and a “hot” executive function (decision-making in situation of uncertainty). A computerized version of *Iowa Gambling Task* and a *Switching Task* were used to evaluate decision-making and shifting ability respectively. Participants were divided in two groups depending on their shifting abilities and their execution in decision-making task (IGT) was compared. As we expected, subjects with greater shifting abilities (n = 21) obtained positive “*net scores*” in the IGT, while subjects which poorer shifting abilities (n = 21) showed negative “*net scores*”. Nevertheless, these differences didn't reach statistical

significance, this could be due to the sample reduced size. The results are also discussed considering the supposed cognitive impenetrability of the IGT, and the existence of two systems implicated in decision-making as possible explications to the poor role played by shifting ability in decision-making.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>MÉTODO</b> .....	14
<b>RESULTADOS</b> .....	19
<b>DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>CONCLUSIONES</b> .....	26
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	26

## INTRODUCCIÓN

Las funciones ejecutivas son los procesos de alto nivel cognitivo que facilitan la aparición de conductas nuevas y mejorar el rendimiento en circunstancias no familiares. A lo largo de nuestro día a día nos encontramos con numerosas situaciones ligeramente diferentes a las ya vividas, debido a esto, los procesos ejecutivos forman parte de un gran número de comportamientos. Pero cuando hacemos planes para el futuro, cambiamos voluntariamente de una actividad a otra o resistimos la tentación, es cuando realmente ponemos en marcha los procesos ejecutivos. Es decir, cuando llevamos a cabo muchas de las conductas que nos permiten tener una vida independiente y con sentido. Se considera que estos procesos se sustentan, al menos en parte, por estructuras de los lóbulos frontales del cerebro (Gilbert y Burgess, 2008).

Lezak (1987) fue la primera en utilizar el término funciones ejecutivas para referirse a aquellas funciones cognitivas que necesitamos para que nuestra conducta sea eficaz, creativa y adaptada socialmente. Luria (1966), sin embargo, ya había estudiado una serie de trastornos asociados a lesiones frontales, concluyendo que las áreas frontales del cerebro desempeñan un papel fundamental en la regulación de la iniciativa, la motivación, la formulación de metas y planes de acción, y en el autocontrol de la conducta (Musso, 2009).

Desde los comienzos de la Neurociencia Cognitiva han ido apareciendo en la literatura científica diversos modelos conceptuales sobre las funciones ejecutivas (para una revisión, ver Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley, 2010; Cohen y Servan-Schreiber, 1992). Estos modelos han relacionado las funciones ejecutivas con aquellas capacidades y habilidades que resultan necesarias para la anticipación y formulación de metas, planificación de conductas y estrategias dirigidas a lograr objetivos, inhibición de conductas o respuestas inadecuadas, selección y organización en el tiempo de las conductas más adecuadas, el cambio de estrategias de forma flexible, anticipación de las consecuencias de nuestra conducta o la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre, entre otras (Friedman y Miyake, 2017).

Durante el siglo pasado la mayoría de las investigaciones que se realizaron sobre las funciones ejecutivas se centraron en los componentes más “cognitivos” o “metacognitivos” de estas funciones, sin prestar demasiada atención a los aspectos socioemocionales y motivacionales (Peterson y Welsh, 2014). Sin embargo, en los

últimos años, ha surgido una nueva aproximación neurocognitiva al estudio de estas funciones, desde la cual se distingue entre dos tipos de funciones ejecutivas: las funciones ejecutivas cognitivas o “frías” y las funciones ejecutivas emocionales o “cálidas” (Zelayo, Qu, y Müller, 2005; Zelayo y Carlson, 2012).

Las funciones ejecutivas cognitivas o “frías” son aquellas que están implicadas en la resolución de problemas de carácter abstracto y descontextualizado. Desde que Miyake, Freidman, Emerson, Witzki y Howerter (2000) publicaran su estudio sobre la relación entre distintos componentes ejecutivos a través de un análisis factorial confirmatorio, existe cierto acuerdo entre los investigadores de que existen, al menos, tres funciones ejecutivas cognitivas centrales: (1) actualización de los contenidos en la memoria de trabajo (*updating*); (2) control inhibitorio; y (3) habilidad de cambio (*shifting*).

A partir de estos componentes o funciones ejecutivas cognitivas centrales, se podrán desarrollar otras más complejas, como por ejemplo, la planificación, el razonamiento abstracto, la resolución de problemas o el pensamiento divergente o creativo (Diamond, 2013).

Por otra parte, las funciones ejecutivas emocionales o “cálidas” son aquellas implicadas en la resolución de problemas contextualizados, es decir, en situaciones que generan emoción, motivación y tensión entre una gratificación inmediata o una mayor recompensa a más largo plazo (Peterson y Welsh, 2014). Estas funciones están implicadas en la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre, y tienen un papel muy importante en la regulación de las emociones y en la motivación (Bechara, 2004).

Desde el punto de vista neuroanatómico, las funciones ejecutivas cognitivas se han asociado principalmente al córtex prefrontal dorsolateral, mientras que las emocionales se asocian con el córtex orbitofrontal y ventromedial (Damasio, 1994, Goldman-Rakic, 1987, Stuss y Levine, 2002, Rolls, 1996, Verdejo-García y Bechara, 2010). Sin embargo, aunque ambos tipos de funciones ejecutivas se encuentren sustentadas por distintas áreas del córtex prefrontal, no deben considerarse como entidades totalmente separadas. Así, por ejemplo, en un estudio con neuroimagen funcional, Ochsner et al. (2004) encontraron que el control cognitivo de la emoción

implica la activación de áreas del córtex prefrontal y del córtex orbitofrontal, áreas asociadas a funciones ejecutivas cognitivas y emocionales.

Tal y como han sugerido otros autores, las funciones ejecutivas cognitivas y emocionales parecen estar interconectadas, y es necesario que colaboren estrechamente para que los individuos puedan tener un funcionamiento y adaptación adecuados a su medio (De Luca y Leventer, 2008). Sin embargo, nuestro conocimiento sobre cómo interactúan y se relacionan las distintas funciones ejecutivas cognitivas y emocionales que se han descrito, es todavía limitado.

En este sentido, el presente trabajo está enmarcado en una línea de investigación enfocada a mejorar nuestro conocimiento sobre cómo interactúan y se relacionan las distintas funciones ejecutivas cognitivas y emocionales. Más concretamente, con el presente trabajo se pretende estudiar la relación entre una de las funciones ejecutivas cognitivas centrales, como es la habilidad de cambio, y la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre.

La toma de decisiones puede definirse como la capacidad o habilidad para seleccionar la conducta u opción más ventajosa entre una serie de opciones en una situación de incertidumbre. El término situación de incertidumbre se refiere a aquellos escenarios en los que el sujeto es incapaz de tomar una decisión con seguridad debido a la ausencia de estímulos explícitos que permitan seleccionar una conducta basándose en un análisis racional. Según la *Teoría del Marcador Somático* (Damasio, Tranel y Damasio, 1991, Damasio, 1994, 1996), el proceso de toma de decisiones en situaciones donde es imposible llevar a cabo un análisis de las recompensas o castigos de cada elección parece estar mediado por estados emocionales anticipatorios. Concretamente, esta teoría propone que, en situaciones de complejidad e incertidumbre, son generadas una serie de emociones anticipatorias a partir de procesos de autorregulación y homeostasis, denominadas “marcadores somáticos”. Estas emociones anticipatorias pueden generar cambios fisiológicos corporales (endocrinos, motores y vegetativos) o cambios fisiológicos en las áreas cerebrales implicadas en la representación de estados emocionales. Los marcadores somáticos actúan como indicadores del valor de una opción, potenciando determinadas opciones y rechazando otras, reduciendo el número de alternativas barajadas, y permitiendo así mantener los procesos de atención y memoria de trabajo dirigidos a las alternativas “marcadas” como prometedoras. La corteza prefrontal ventromedial parece tener un papel clave en este proceso, se cree que es el área encargada

de integrar las asociaciones entre pensamientos provocados por el recuerdo de un evento emocional (inductores secundarios) y los estados somáticos que en el pasado se asociaron a ese evento, y, por tanto, estaría implicada en la generación de marcadores somáticos. Estas conexiones son “disposicionales”, no contienen una representación de los hechos o del estado emocional explícitamente, pero tienen el potencial para reactivar una emoción al actuar sobre las estructuras corticales y subcorticales adecuadas (Bechara et al., 2003, Contreras et al., 2008, Dunn et al., 2006).

Con el fin de dar apoyo empírico a su *Teoría del Marcador Somático*, Bechara, Damasio, Damasio y Anderson (1994) desarrollaron una tarea experimental (o de laboratorio), conocida como la *Iowa Gambling Task*. Intentaron con esta tarea reflejar las características de las situaciones de la vida cotidiana en las que tomar una decisión debería requerir de la ayuda de los marcadores somáticos: situaciones complejas e inciertas que exigen valorar de forma intuitiva y anticipada las consecuencias futuras de las acciones, sin poseer información explícita que permita una evaluación racional (Contreras et al., 2008).

En la versión original de la *Iowa Gambling Task* se presentaba a los sujetos cuatro mazos de cartas boca abajo y se les daba un préstamo de 2000 dólares, en dinero de juego. Se indica a los sujetos que el juego consiste en ir eligiendo y levantando cartas de cualquiera de los cuatro montones, hasta que se les informa que la prueba ha finalizado. Tras girar cada carta el sujeto recibirá una cantidad de dinero, y tras un número de selecciones se encontrará con ciertas cartas que le darán dinero, pero a la vez incluirán una penalización o multa (recompensas y penalizaciones varían según el montón y la posición de la carta en este). Se les dice a los sujetos que el objetivo del juego es obtener la mayor cantidad de dinero y que son libres de cambiar de un montón a otro siempre que lo deseen, pero no se les indica el número de selecciones que deben hacer (la prueba acaba tras 100 selecciones). Los cuatro montones de cartas se pueden dividir en “desventajosos” (A y B) y en “ventajosos” (C y D) y. Los montones A y B proporcionan altas recompensas (100 dólares en cada selección) y altas penalizaciones. Cada ciclo de 10 selecciones contiene 5 penalizaciones variables de entre 100\$ y 350\$ en el montón A y 1 penalización de 1250\$ en el montón B. En cada ciclo de 10 selecciones de los montones A y B se gana 1000\$ y se pierde 1250\$. Los montones C y D contienen recompensas menores (50 dólares en cada selección), pero con penalizaciones menores. Cada ciclo de 10 selecciones contiene 5 penalizaciones variables entre 25\$ y 75\$ en el montón C y 1



penalización de 50\$ en el montón D. En cada ciclo de 10 selecciones de los montones C y D se gana 500\$ y se pierde 250\$. Los montones “ventajosos” (C y D), proporcionan ganancias a largo plazo, mientras que los montones “desventajosos” (A y B) proporcionan pérdidas a largo plazo. La ejecución de los sujetos se evalúa mediante el cálculo de una “*net score*”, es decir, la cantidad de cartas seleccionadas de los montones “ventajosos” menos la cantidad de cartas seleccionadas en los montones “desventajosos” a lo largo de los 100 ensayos  $[(C+D) - (A+B)]$ . Valores positivos y altos en la “*net score*” son indicativos de una buena ejecución en la tarea (Bechara et al., 1994).

Diversos estudios con pacientes con daño en la corteza prefrontal ventromedial han encontrado diferencias de rendimiento entre pacientes con daño y controles, obteniendo estos últimos mejores puntuaciones. Estas diferencias podrían ser explicadas por la *Teoría del Marcador Somático*, los sujetos sanos y con buen rendimiento parecen mostrar reacciones de estrés, medidas a través de la respuesta dermogalvánica, al acercarse a las “barajas desventajosas” a los pocos ensayos de comenzar la prueba. Por ejemplo, Bechara y colaboradores (1994) llevaron a cabo un estudio con 7 pacientes con daño en el córtex prefrontal ventromedial y 12 sujetos control, midiendo la respuesta dermogalvánica a lo largo de la prueba. Desde el comienzo de la prueba todos los sujetos mostraron respuestas electrodermales ante las recompensas y castigos, pero tras un corto periodo tiempo los sujetos sanos comenzaron a presentar respuestas galvánicas anticipatorias mayores ante los montones desventajosos que ante los ventajosos. Los sujetos control comenzaron la prueba seleccionando cartas de los cuatro montones, especialmente de los montones A y B, sin embargo, tras un tiempo empezaron a seleccionar más y más cartas de los montones C y D. Los sujetos con daño en el córtex prefrontal ventromedial siguen un patrón de elección similar a los sujetos control solo en los primeros ensayos, tras un tiempo, seleccionan cada vez más cartas de los montones A y B. A causa de los patrones de selección anteriormente descritos, los sujetos control obtienen *net scores* positivas mientras que los sujetos con daño en la corteza prefrontal ventromedial obtienen *net scores* negativas.

Debido a la escasez de pruebas neuropsicológicas para evaluar la capacidad para tomar decisiones, según Bowman, Evans y Turnbull (2008), la *Iowa Gambling Task* ha sido utilizada en más de 100 estudios neurológicos, neuro-económicos, psiquiátricos y psicológicos, y siempre se utiliza la “*net score*” como un indicador de una buena ejecución en la toma de decisiones. Sin embargo, tal y como se describirá a continuación,

otros autores han propuesto una forma alternativa de evaluar la ejecución de los participantes en esta tarea.

En la tarea original los montones A y B aportaban grandes ganancias y pérdidas, y un resultado final desventajoso, mientras que los montones C y D aportaban pequeñas ganancias y pérdidas, pero un resultado final ventajoso. A lo largo de los diversos estudios llevados a cabo con esta tarea, también se ha descrito un resultado conocido como el fenómeno del “prominente montón B”, en el que se observa que incluso los participantes sanos (o sujetos control), son incapaces de inhibir su preferencia por el montón con alta frecuencia de ganancias, pero con un resultado final negativo (el montón B). Chiu et al. (2005) señalan que Bechara y colaboradores malinterpretaron los resultados para poder ajustarse a la teoría del marcador somático, sugiriendo que las respuestas conductuales de los sujetos están regidas por la frecuencia de pérdidas-ganancias y no por la ganancia esperada o los resultados a largo plazo, tal y como defienden Bechara y colaboradores. Los sujetos parecen decantarse por los montones B, C y D, si los sujetos toman sus decisiones basándose en la frecuencia de ganancias-pérdidas es lógico pensar que se decantarán por los montones B y D, pero ¿Por qué se decantan por el montón C? Esto parece ser debido a que el montón C presenta en los primeros 10 ensayos, 5 ganancias y 5 empates (el valor neto es cero) y por tanto una frecuencia de ganancia-pérdida mayor al montón A. Los montones A y C están pseudobalanceados, y no tienen una frecuencia de ganancia-perdida igual (Chiu y Lin, 2007).

Como se ha mencionado anteriormente, en el presente trabajo se pretende estudiar la relación entre la toma de decisiones y la habilidad de cambio, definida como la capacidad para alternar entre diferentes tareas, operaciones y sets mentales (Monsell, 1996). La habilidad de cambio o “*shifting*” parece ser compleja y multifacética, la literatura sobre funciones cerebrales en adultos sugiere que diferentes redes dan soporte a tres tipos diferentes de cambio: cambiar entre reglas para la selección de estímulos, cambiar entre reglas de respuesta o cambiar entre sets mentales o reglas de tarea (Morra et al., 2017). La habilidad de cambio es el principal componente de la función ejecutiva cognitiva denominada flexibilidad cognitiva. La flexibilidad cognitiva surge a partir del concepto de “*shifting*”, sin embargo, es más general y abarca un abanico de habilidades y funciones mayor. Se conoce como flexibilidad cognitiva a la capacidad para emitir respuestas adecuadas y pertinentes para cada situación, generando nuevos patrones de conducta que facilitan la alternancia, al mismo tiempo que se inhiben aquellas respuestas

que resultan inadecuadas. Permite cambiar o alternar entre distintos sets mentales, patrones de ejecución, o tareas en función de las demandas cambiantes del entorno, así como realizar la alternancia entre varias tareas cambiantes que se ejecutan de modo simultáneo o alternante (Portellano Pérez y García Alba, 2014). La flexibilidad cognitiva se edifica sobre la memoria de trabajo y el control inhibitorio, uno de los aspectos claves de la flexibilidad cognitiva es la habilidad para cambiar de perspectiva. El cambio de perspectiva implica inhibir la perspectiva previa y cargar una perspectiva nueva en la memoria de trabajo. La flexibilidad cognitiva también implica cambiar la forma en la que pensamos sobre algo, por ejemplo, si una forma de solucionar un problema no funciona, podemos usar la flexibilidad cognitiva para intentar encontrar una nueva forma de enfrentar o concebir el problema. La flexibilidad cognitiva permite ajustarse a demandas o prioridades cambiantes, tomar ventaja de las oportunidades inesperadas, superar problemas repentinos e inesperados o incluso admitir los errores cuando se obtiene nueva información (Diamond, 2014).

Con respecto a la posible relación entre la habilidad de cambio y la toma de decisiones, parece ser que la falta o exceso de confianza es uno de los sesgos a la hora de tomar decisiones, reconocer el propio grado de conocimiento es una habilidad metacognitiva crítica en la toma de decisiones. Las personas parecen tener una tendencia al exceso de confianza y a centrarse en las razones que confirman la respuesta o elección que han dado (Koriat, Lichtenstein, y Fischhoff, 1980). La capacidad de cambiar la atención desde pruebas que confirman hacía pruebas que desmienten la respuesta o elección dada, debería llevar a juicios con menor exceso de confianza y por tanto a mejores decisiones. La consistencia en la percepción del riesgo parece ser un prerrequisito para la toma de decisiones arriesgadas. La consistencia en la percepción del riesgo es la capacidad para juzgar la probabilidad de varios eventos ocurriendo en varios espacios temporales diferentes. La habilidad de cambio es necesaria para cambiar entre diferentes descripciones de eventos y espacios temporales (Del Missier, Mäntylä y Bruin, 2012). Por lo tanto, la habilidad de cambio parece estar implicada en varios de los componentes que forman parte del proceso de tomas de decisiones, y por tanto un buen rendimiento en tareas que requieren de esta habilidad de cambio, debería relacionarse con un buen desempeño en la toma de decisiones, diversos estudios parecen dar apoyo a esta hipótesis.

Areney-Balero, García-Molina, Roig-Rovira, Tormos y Jodar-Vicente (2015) estudiaron en pacientes con daño cerebral adquirido la influencia de la flexibilidad

cognitiva, medida con la *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST) y el *Trail Making Test* (TMTB), en la toma de decisiones, medida con la *Ballon Anologue Risk Task* (BART). Obtuvieron correlaciones negativas entre la tarea BART y el TMTB y la WCST, indicando que el éxito en la tarea de toma de decisiones requiere habilidades preservadas en atención alternante y flexibilidad cognitiva.

La influencia de la flexibilidad cognitiva en la toma de decisiones ha sido evaluada en otros estudios previos como el llevado a cabo por Barry y Petry (2008), a partir de cuyos resultados se afirma que el rendimiento de drogodependientes y no drogodependientes en la *Iowa Gambling Task* está asociado a su desempeño en el *Trail Making Test*. Brand et al. (2005) estudiaron los problemas en la toma de decisiones en pacientes con síndrome de Korsakoff y juego patológico, encontraron relación entre la categorización, flexibilidad cognitiva y cambio de set, evaluadas con la *Modified Card Sorting Test* (MCST), y la toma de decisiones, evaluada mediante la *Game of Dice Task*.

Montero-Lopez et al. (2016) estudiaron el efecto de la administración de corticosteroides, en mujeres con lupus, sobre la flexibilidad cognitiva y la toma de decisiones. Se encontraron diferencias significativas en la ejecución la *Iowa Gambling Task* y el *Trail Making Test* entre el grupo control y las mujeres con lupus.

En el presente estudio, para obtener las medidas de toma de decisiones y habilidad de cambio, se van a emplear dos pruebas: una versión informatizada de la “*Iowa Gambling Task*” (Damasio, 1994), y una “*Switching Task*” (Daza et al., 2010).

La versión informatizada de la *Iowa Gambling Task* utilizada en este estudio presenta ciertos cambios con respecto a la prueba original. Los sujetos reciben recompensas en forma de puntos en lugar de recompensas económicas. Los participantes comienzan la prueba con cero puntos, en pantalla se presenta una barra que proporciona un *feedback* visual constante sobre la cantidad de puntos acumulados por el sujeto y se presenta un tiempo de demora 6 segundos desde la presentación de los cuatro montones de cartas hasta que el sujeto puede responder seleccionando una carta de una de las cuatro barajas. En la prueba original, el rendimiento en toma de decisiones era evaluado a partir de la “*net score*”, es decir, restando el número de cartas elegidas de las barajas desfavorables al número de cartas seleccionadas de las barajas favorables. En este estudio se va a medir el número de cartas elegidas de cada montón con el objetivo de estudiar el fenómeno del “prominente montón B” y los efectos que este puede tener sobre los resultados.

La *Switching Task* (Daza et al., 2010), es una prueba informatizada en la que los participantes, tras un periodo de práctica, deben alternar entre sets mentales, reglas de respuesta y reglas para la selección de estímulos a razón de la posición en pantalla de los estímulos. Roger y Monsell (1995) desarrollaron la tarea de cambio original basándose en el paradigma de Jersild (1927), quien introdujo la idea de comparar el tiempo necesario para completar una secuencia de ensayos cuando los sujetos tienen o no que cambiar entre diferentes tareas en ensayos sucesivos. La principal diferencia entre la *Switching Task* y el paradigma de Jersild radica en medir los costes en el rendimiento cuando los participantes deben alternar entre dos tareas procedentes del mismo *input*, interpretando dichos costes como propiedades del proceso de reconfiguración del set de tarea o set mental. La *Switching Task* es una prueba informatizada que implica cambiar entre dos tipos de tareas, indicar si una letra es consonante o vocal e indicar si un número es par o impar. Se presenta en pantalla una cuadrícula de 2 x 2 en la que irán apareciendo los estímulos (un número y una letra adyacentes), según la posición que ocupen dentro de la cuadrícula el sujeto deberá realizar un tipo de tarea u otra. Si el estímulo se encuentra en los cuadrados superiores debe indicar si la letra es consonante o vocal, mientras que si se encuentra en los cuadrados inferiores debe indicar si el número es par o impar. La prueba se divide en tres bloques, un primer bloque donde todos los estímulos se presentan en los cuadrados superiores, un segundo bloque donde todos los estímulos se presentan en los cuadrados inferiores y un último bloque donde los estímulos aparecen en todos los cuadrados siguiendo el sentido de las agujas del reloj. Esta prueba permite medir el efecto de coste por cambio de tarea, es decir, la diferencia en exactitud y tiempo de reacción entre los ensayos que implican cambio de tarea y los que no.

Concretamente, el principal objetivo de este trabajo consiste en investigar si en sujetos adultos la habilidad de cambio (evaluada mediante una *Switching Task*), está relacionada con la toma de decisiones, (evaluada mediante la *Iowa Gambling Task*). Para ello, los participantes serán divididos en dos grupos, según su habilidad de cambio (alta vs. baja, en función del efecto de coste por cambio de tarea que esperamos obtener en la *Switching Task*).

Partimos de la hipótesis de que los sujetos con una alta habilidad de cambio serán capaces de cambiar el foco de atención entre distintos estímulos y barajar un número mayor de opciones, teniendo mayor conciencia sobre la necesidad de cambios de estrategia. La capacidad para "darse cuenta" de la necesidad de cambiar las reglas a la

hora de tomar una decisión, cuando éstas no son las más adecuadas, permite a los sujetos aproximarse con mayor facilidad a las elecciones más favorables.

Por tanto, si la habilidad de cambio cumple un papel importante en el proceso de toma de decisiones, cabe esperar que un buen rendimiento en la *Switching Task* (menor efecto de coste por cambio de tarea), se relacione con un buen rendimiento en la *Iowa Gambling Task* (“*net scores*” altas). Por otra parte, y teniendo en cuenta que parece que en la tarea de toma de decisiones los sujetos pueden seguir dos estrategias: una basada en el resultado final (con lo que obtendrían valores positivos y altos en la “*net score*”); o una estrategia basada en la frecuencia de pérdidas-ganancias de cada uno de los cuatro montones (con lo que presentarían el fenómeno del prominente montón B), también serían de esperar que estas diferencias en la estrategia seguida en la tarea de toma de decisiones pueda estar relacionada con diferencias en la habilidad de cambio. En este sentido, esperamos que los participantes con habilidad de cambio superior lleven a cabo un cambio de estrategia durante el transcurso de la prueba y comiencen a basar sus decisiones en los resultados a largo plazo, obteniendo “*net scores*” positivas. Sin embargo, los sujetos con una menor habilidad de cambio basarán sus decisiones en la frecuencia de ganancia-pérdidas, observándose el fenómeno del prominente montón B.

## **MÉTODO**

### *Participantes*

La muestra estuvo formada por 42 adultos (21 hombres y 21 mujeres), estudiantes de la Universidad de Almería y de la Universidad de Granada, con edades comprendidas entre 18 y 36 años ( $M = 22$ ,  $SD = 3,8$ ). Los participantes cursaban distintos estudios de grado (excluidos estudiantes de Psicología), sin antecedentes neurológicos o psiquiátricos. Los voluntarios fueron reclutados mediante el uso de las redes sociales, mediante la oferta de créditos canjeables por un incremento en la nota para aquellos estudiantes de Psicología que colaboraran en el reclutamiento de participantes para este estudio, y con la ayuda de profesoras del grado de Fisioterapia y Educación Primaria de la UAL que permitieron la asistencia a sus clases con el objetivo de pedir la colaboración a sus alumnos.

### *Instrumentos*

*Iowa Gambling Task informatizada.* Para la evaluación de toma de decisiones se diseñó una versión informatizada de la tarea original de Bechara et al., (1994), a través del software E-Prime v.2 (Psychology Software Tool, Pittsburgh, PA). Esta pretende reflejar situaciones de complejidad e incertidumbre que exigen valorar de forma intuitiva y anticipada las consecuencias futuras de las acciones. El sujeto se sienta delante de una pantalla donde se le muestran cuatro montones de cartas, y se le indica que debe ir seleccionando cartas de cada montón pulsando la tecla correspondiente a cada montón (ver Figura 1).

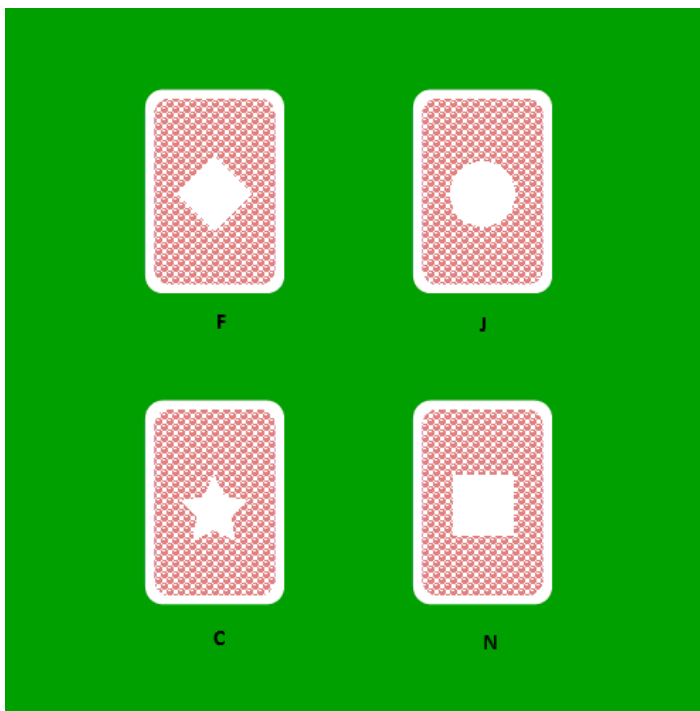


Figura 1. Versión informatizada de la Iowa Gambling Task.

Se informa a los sujetos que conforme vayan seleccionando cartas de cada montón recibirán recompensas en forma de puntos, pero después de unos cuantos ensayos, tras seleccionar una carta también podrán conseguir una penalización (perder puntos). Se informa al sujeto de que las recompensas y penalizaciones siguen un patrón pero que no es posible descubrirlo. Se indica al sujeto que el objetivo de la prueba es acabar con la mayor cantidad de puntos posible, y que para ello debe evitar aquellos montones que tienen asociados mayores pérdidas.

A los sujetos se les presenta en pantalla las siguientes instrucciones:

*A continuación, aparecerán en la pantalla 4 montones de cartas, presiona la tecla correspondiente para elegir el mazo:*

*Diamante: f                  Círculo: j                  Estrella: c                  Cuadrado: n*

*Puedes elegir una carta del mazo que quieras presionando la correspondiente. Cada vez que seleccionas una carta aparecerá la cantidad de puntos ganada o perdida y una barra mostrará la cantidad de puntos que posees. Eres libre de cambiar de montón siempre que lo desees. El objetivo del juego es ganar la mayor cantidad de puntos posibles. Puede que te veas perdiendo puntos en todos los montones, pero algunos te harán perder más puntos que otros. Podrás ganar si te mantienes alejado de los peores montones.*

Los cuatro montones de cartas presentaban las siguientes características:

Montón A. Es un montón desfavorable, tiene asociadas altas recompensas y altas penalizaciones y una frecuencia de ganancias baja. Con cada selección, el sujeto recibe 100 puntos y cada 10 ensayos recibe 5 penalizaciones de entre 150 y 350 puntos. El balance cada 10 elecciones es de -250 puntos.

Montón B. Es un montón desfavorable, tiene asociadas altas recompensas y altas penalizaciones y una frecuencia de ganancias alta. Con cada selección, el sujeto recibe 100 puntos y cada 10 ensayos recibe una penalización de 1250 puntos. El balance cada 10 selecciones es de -250 puntos.

Montón C. Es un montón favorable, tiene asociadas bajas recompensas y bajas penalizaciones y una frecuencia de ganancias baja, sin embargo, presenta una frecuencia de pérdidas también baja. Con cada selección, el sujeto recibe 50 puntos y cada 10 ensayos recibe 5 penalizaciones de entre 25 y 75 puntos. El balance cada 10 ensayos es de +250 puntos.

Montón D. Es un montón favorable, tiene asociadas bajas recompensas y bajas penalizaciones y una frecuencia de ganancias alta. Con cada selección, el sujeto recibe 50 puntos y cada 10 ensayos recibe una penalización de 250 puntos. El balance cada 10 ensayos es de +250 puntos.

La prueba tiene una duración de 100 ensayos y en cada ensayo existe un tiempo de no respuesta de 6 segundos hasta que el sujeto puede elegir una carta. Tras cada selección, se presentaba a los sujetos una pantalla de *feedback* donde se muestran las recompensas y/o penalizaciones asociadas a la carta elegida y el total de puntos



acumulados. Tradicionalmente, el rendimiento en esta tarea se ha medido a través de la “*net score*” (número de selecciones cartas favorables, menos número de selecciones cartas desfavorables). En el presente estudio también se contabilizó en número de selecciones de cada montón, prestando especial atención a aquellos sujetos que presentan un número de selecciones en el montón B superior a los otros tres montones, con el objetivo de comprobar si se presenta el fenómeno del prominente montón B.

*Switching-Task.* Para la evaluar habilidad de cambio de los sujetos se empleó una tarea de cambio informatizada en la que los participantes deben alternar entre sets mentales, reglas de respuesta y reglas para la selección de estímulos a razón de la posición en pantalla de los estímulos (ver Figura 2 y 3). La prueba implica cambiar entre dos tipos de tareas, indicar si una letra es consonante o vocal, e indicar si un número es par o impar. Se sienta al sujeto en frente de una pantalla donde se muestra una cuadrícula de 2 x 2 en la que irán apareciendo los estímulos (un número y una letra adyacentes). Si el estímulo se encuentra en los cuadrados superiores debe indicar si el número es par o impar, presionando la tecla “p” en caso de ser par y la tecla “i” en caso de ser impar; mientras que si el estímulo se encuentra en los cuadrados inferiores debe indicar si la letra es consonante o vocal, presionando la tecla “c” en caso de ser consonante y la tecla “v” en caso de ser vocal.



Figura 2. Ejemplo ensayo Bloque 1 *Switching Task* (Indicar si el número es par o impar).



Figura 3. Ejemplo ensayo Bloque 2 *Switching Task* (Indicar si la letra es consonantes o vocal).

La prueba se divide en tres bloques, (1) un primer bloque donde todos los estímulos se presentan en los cuadrantes superiores y el sujeto solo debe indicar si el número es par o impar; (2) un segundo bloque donde todos los estímulos se presentan en los cuadrantes inferiores y el sujeto debe indicar si la letra es consonante o vocal; y (3) un tercer bloque donde los estímulos aparecen en todos los cuadrantes siguiendo el sentido de las agujas del reloj. Por lo tanto, en este último bloque hay ensayos de cambio de tarea y ensayos de no-cambio. Cada bloque comienza con 16 ensayos de práctica, para que el participante pueda familiarizarse con la tarea, los primeros dos bloques constan de 32 ensayos cada uno y en el tercer bloque el número de ensayos aumenta hasta 128. En cada bloque experimental, se registra tanto el porcentaje de errores como el tiempo de reacción promedio.

A los participantes se les proporciona las siguientes instrucciones:

*En el centro de la pantalla te aparecerá una matriz con cuatro cuadrantes. Dentro de alguno de los cuadrantes te aparecerá un número y una letra. Tienes que estar muy atento y fijarte en que cuadrante aparece el número-letra:*

*- Si el número-letra aparece en alguno de los cuadrantes de la parte superior, tienes que indicar si el número es par o impar.*

*- Si el número-letra aparece en alguno de los cuadrantes de la parte inferior, tienes que indicar si la letra es consonante o vocal.*

*Recuerda*

*Si el número-letra está en la parte SUPERIOR presiona la (P) para número par y la (i) para número impar*

*Si el número-letra está en la parte INFERIOR presiona la (C) para indicar que la letra es una consonante y presiona la (V) para indicar que la letra es una vocal*

Esta tarea permite obtener un efecto de coste por cambio de tarea con tiempos de reacción y con porcentaje de errores. Para obtener el efecto de coste por cambio de tarea se deben obtener el tiempo de reacción medio y el porcentaje de errores en los primeros dos bloques de la tarea, con el fin de conocer el tiempo que emplean y la cantidad de errores que cometen los sujetos cuando deben discriminar entre números pares o impares, y cuando deben discriminar entre letras consonantes o vocales. Estos datos nos permitirán establecer una “línea base”, la diferencia de tiempo en reacción medio y porcentaje de errores entre los ensayos de cambio y la línea base es lo que se conoce por coste por cambio. Por tanto, el efecto por coste de cambio se refiere al incremento del número de errores y tiempo de reacción que se debe únicamente al cambio entre tareas (discriminar entre números pares o impares y discriminar entre letras consonantes o vocales).

#### *Procedimiento*

Las sesiones experimentales fueron llevadas a cabo individualmente en una sala del Laboratorio de Psicología Básica de la Universidad de Almería, con la ayuda de un ordenador portátil donde se encontraba instalado el programa E-Prime y las dos pruebas empleadas. El orden de presentación de las pruebas fue contrabalanceado, la mitad de los participantes realizaron primero la *Iowa Gambling Task* y a continuación la *Switching Task*, y la otra mitad de los participantes siguieron el orden de presentación inverso. Previo al comienzo de la evaluación se solicitaba a los sujetos una serie de datos demográficos (edad, sexo y grado). Las instrucciones de cada prueba eran presentadas en la pantalla del ordenador al comienzo de cada tarea, se pedía a cada sujeto que las leyera detenidamente y a continuación se resolvían las dudas de los sujetos o se explicaba oralmente la prueba en caso necesario. Para la realización de ambas pruebas solo fue necesario el uso de teclado.

## **RESULTADOS**

### ***Efecto de coste por cambio de tarea en la Switching Task***

En la Tabla 1 se muestran las medias del tiempo del tiempo de reacción medio y el porcentaje de errores que obtuvieron los participantes en los bloques 1 y 2 (tarea de clasificar números –par vs. impar- y tarea de clasificar letras –vocal vs. consonante- se

realizan de forma aislada), y en el bloque 3 (en el que se alternan las dos tareas y los ensayos pueden ser de cambio y de no-cambio).

**Tabla 1.** Tiempo de reacción y porcentaje de errores medios obtenidos por los participantes en los tres bloques de la *Switching Task*.

Bloques	Tiempo de reacción (ms)	Porcentaje de errores
Bloque 1 (Tarea de clasificar números)	761,27	4,80 %
Bloque 2 (Tarea de clasificar letras)	716,03	4,15 %
Bloques 1 y 2	740,59	4,47 %
Bloque 3 (Ensayos de cambio)	1255,66	5,11 %

Como se puede observar en la Tabla 1, los sujetos tardaron más tiempo y cometieron más errores en los ensayos de cambio del bloque 3, en comparación con los ensayos de los dos primeros bloques en los que las tareas se realizaban de manera aislada. Este efecto de coste por cambio de tarea fue estadísticamente significativo con los tiempos de reacción ( $F(3,456) = 146,16; p < .01$ ), sin embargo, con el porcentaje de errores las diferencias no resultaron estadísticamente significativas.

#### ***Ejecución en la Iowa Gambling Task en función de la habilidad de cambio***

Una vez que se comprobó que la *Switching Task* resultó efectiva para obtener un efecto de coste por cambio de tarea estadísticamente significativo, con los datos de tiempo de reacción, se calculó una puntuación de coste por cambio de tarea para cada participante (CCT). Esta puntuación se obtuvo calculando el tiempo de reacción medio en los ensayos de cambio del bloque 3 menos el tiempo de reacción medio en los bloques 1 y 2. A continuación, se calculó la mediana para las puntuaciones de CCT ( $m_e = 513,76$ ), y en función de este valor se formaron dos grupos: (1) grupo alto en habilidad de cambio (los que obtuvieron una puntuación de CCT por debajo de la mediana); y (2) grupo bajo en habilidad de cambio (los que obtuvieron una puntuación CCT por encima de la mediana).

Para cada uno de los participantes de cada grupo, se calculó la “*net score*” en función de sus resultados en la *Iowa Gambling Task*. La “*net score*” se obtuvo calculando la diferencia en el número de selecciones de cartas entre los montones favorables y

desfavorables (número de selecciones montones favorables menos número de selecciones montones desfavorables). Se utilizó la prueba t de Student para comprobar si existían diferencias significativas entre ambos grupos. Tal como se puede observar en la Figura 4, los sujetos con baja habilidad de cambio obtienen una “*net score*” con valores más negativos que los sujetos con alta habilidad de cambio, sin embargo, estas diferencias no son significativas ( $F(1,171) = 4.90; p = .249$ ).

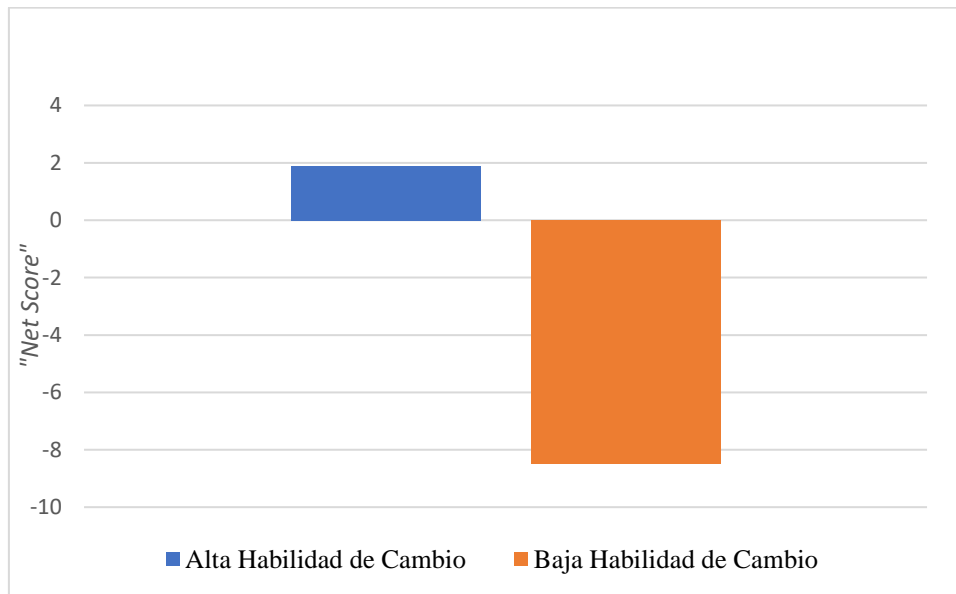


Figura 4. “*Net Score*” media obtenida por el grupo con alta y baja habilidad de cambio.

Finalmente, se divido a los sujetos en dos grupos según presentarán el fenómeno del prominente montón B (número de selecciones de cartas del montón B mayor al resto de montones) o no. En la Figura 5 se muestra el número de selecciones de cada montón que realizaron los sujetos que presentan el fenómeno del prominente montón B ( $n = 22$ ), y las de los participantes que no presentaron este fenómeno ( $n = 20$ ).

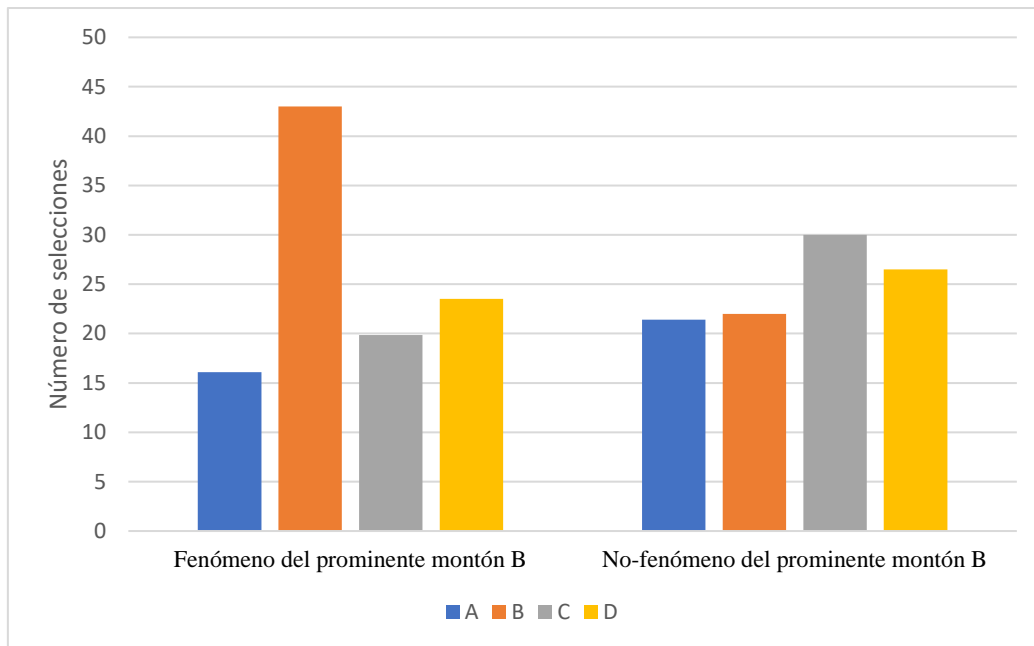


Figura 5. Número de selecciones en cada montón de cartas (A, B, C, D), en el grupo de sujetos que presentó el fenómeno del prominente montón B y para el grupo que no presenta dicho fenómeno.

En la figura anterior se puede observar como los sujetos que presentan el fenómeno del prominente montón B seleccionan un mayor número de cartas de los montones con mayor frecuencia de ganancias, B y D (especialmente del montón B), mientras que los sujetos que no presentan este fenómeno seleccionan un número mayor de cartas de los montones favorables, C y D. Se realizó una prueba t de Student para comprobar si los que presentan el fenómeno del prominente montón B son aquellos con mayor coste por cambio y por tanto con peor habilidad de cambio. Se observa que los sujetos que presentan el fenómeno del prominente montón B son aquellos que mostraron un efecto coste por cambio de tarea mayor que los sujetos que no presentaron el fenómeno del prominente montón B (ver Figura 6), sin embargo, las diferencias no alcanzaron significación estadística ( $F(1,376) = 3.743; p = .176$ ).

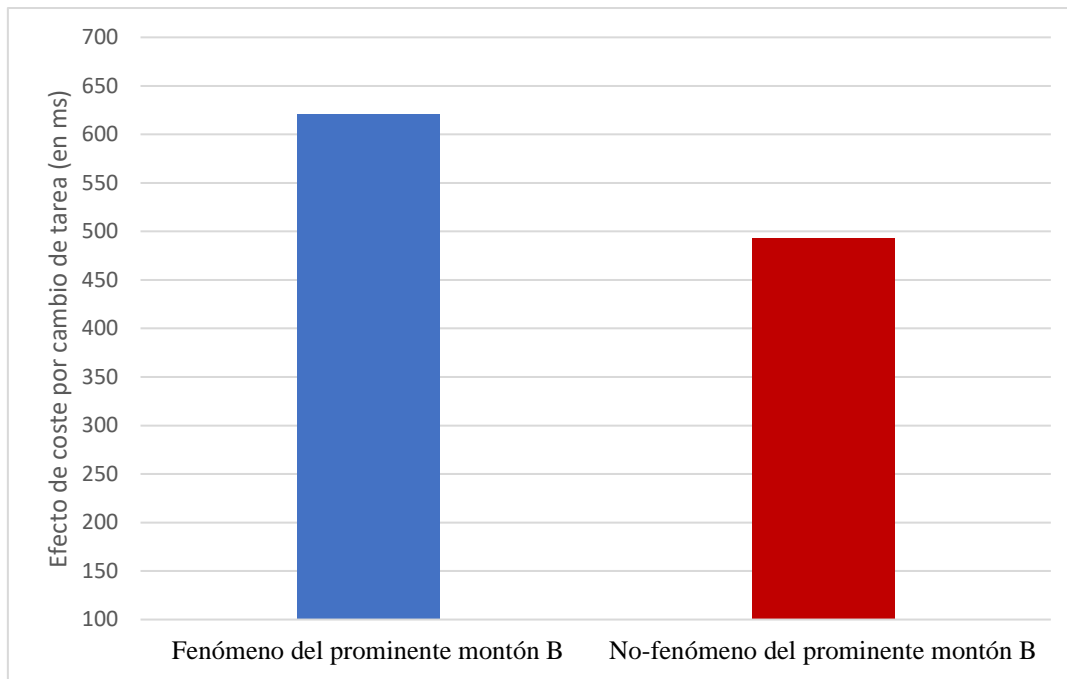


Figura 6. Efecto de coste por cambio de tarea (en ms) obtenido por el grupo de participantes que presentaron el fenómeno del prominente montón B y por el grupo de participantes que no mostraron este fenómeno en la *Iowa Gambling Task*.

## DISCUSIÓN

Tal y como se mencionó en la introducción de este trabajo, los objetivos del presente experimento consistieron en comprobar si la habilidad de cambio cumple un papel importante en el proceso de toma de decisiones. Se esperaba que los sujetos con un buen rendimiento en la *Switching Task* obtuvieran un buen rendimiento en la *Iowa Gambling Task* (a partir de ahora, IGT). Con el fin de comprobarlo, se dividió a los sujetos en dos grupos, baja habilidad de cambio y alta habilidad de cambio y se comprobaron las diferencias en los valores de la “*net score*” entre ambos grupos. Tal y como se esperaba, el grupo de sujetos con alta habilidad de cambio obtuvo una “*net score*” media positiva (lo que indicaba un buen rendimiento y el empleo de una estrategia basada en las recompensas a largo plazo), mientras que los del grupo con baja habilidad de cambio obtuvieron una “*net score*” media negativa (indicando un mal rendimiento en toma de decisiones). Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Además, se comprobó si se presentaba el fenómeno del prominente montón B y se encontró que más de la mitad de los sujetos ( $n = 22$ ) presentaban este fenómeno, el número de selecciones de cartas del montón B fue muy superior al resto de montones,

siendo el montón D el segundo más seleccionado (ver Figura 5). Ambos montones, B y D, se caracterizan por la presencia de un número reducido de ensayos con penalizaciones y un número elevado de ensayos con ganancias (1 penalización cada 10 ensayos). Estos resultados parecen cumplir con la hipótesis defendida por Lin, Chiu, Lee y Hsieh (2007) que defienden que los sujetos guían sus elecciones en la IGT por la frecuencia de ganancias y no por las ganancias a largo plazo. Los sujetos que presentan este fenómeno presentan un mayor efecto de coste por cambio en la *Switching Task* (peor habilidad de cambio), mientras que los sujetos que no parecen guiar sus elecciones por la frecuencia de ganancias presentan un menor efecto por coste de cambio (mejor habilidad de cambio). Tal y como se defendía en la hipótesis, los sujetos con mejor habilidad de cambio son capaces de cambiar de estrategia y basar sus elecciones en las ganancias a largo plazo, sin embargo las diferencias en coste por cambio entre ambos grupos no fueron estadísticamente significativas.

La ausencia de diferencias significativas podría deberse al reducido tamaño de la muestra ( $n = 42$ ); es posible que los grupos de alta habilidad de cambio ( $n = 21$ ), y baja habilidad de cambio ( $n = 21$ ), no estén lo suficientemente diferenciados.

Por otra parte, la ausencia de diferencias significativas entre los grupos según su habilidad de cambio puede ser debida a la supuesta impenetrabilidad cognitiva de la IGT. De acuerdo con la *Teoría del Marcador Somático* (Bechara et al, 1994; Damasio, 1994; Dunn et al, 2006), la presencia de marcadores somáticos parece tener un papel predominante y ser suficiente para alcanzar una estrategia ventajosa, y, por tanto, aunque los sujetos con habilidad de cambio superior realizan mejor la tarea, debido al supuesto papel secundario de las funciones ejecutivas centrales, estas diferencias no son significativas con respecto al grupo con una peor habilidad de cambio.

Bechara, Damasio, Tranel y Anderson (1997) defienden que los sujetos control logran buenas puntuaciones en la IGT gracias a respuestas anticipatorias en la conductancia de la piel que se presentan ante elecciones desventajosas antes de tener conocimiento explícito sobre ello. Las señales anticipatorias no conscientes guían al sujeto en la ejecución de la tarea antes de que este tenga conocimiento consciente sobre lo que está ocurriendo, y por tanto defienden que el circuito neuronal de marcador somático podría por sí solo llevar a la adquisición de una estrategia ventajosa a largo plazo. Bechara et al. (1998) tratan de demostrar esta última hipótesis, para ello llevan a cabo un estudio con 21 sujetos control, 9 sujetos con lesiones en la corteza prefrontal ventromedial,



implicada en la generación de marcadores somáticos y 10 sujetos con lesiones en la corteza dorsolateral, asociada a las funciones ejecutivas centrales. Se realizaron dos tareas, la IGT y una prueba de memoria de trabajo. Los sujetos con daños en la corteza ventromedial presentaron un rendimiento muy pobre en la IGT y un rendimiento normal en la prueba de memoria de trabajo, mientras que los sujetos con daño en la corteza dorsolateral presentaban rendimiento normal en la IGT, aunque algo inferior al grupo control, pero un mal rendimiento en la prueba de memoria de trabajo. La presencia de una doble disociación entre ambos grupos sugiere que existe una independencia tanto funcional como anatómica entre toma de decisiones y memoria de trabajo en este caso.

Las características de la IGT podrían explicar la ausencia de relación entre toma de decisiones y habilidad de cambio. La IGT es una tarea que pretende imitar las situaciones reales de toma de decisiones llenas de incertidumbre y en las cuales no es posible llevar a cabo un análisis racional de las ventajas y desventajas de cada elección. Bechara et al. (1997) defienden la impenetrabilidad cognitiva de la tarea, los sujetos deben tomar sus elecciones basándose en emociones ya que no es posible conocer el esquema de ganancias pérdidas de cada montón, y la información explícita disponible no es suficiente para alcanzar una estrategia ventajosa. La ausencia de información explícita impide que los sujetos puedan alternar su atención entre distintos estímulos, o al menos entre estímulos relevantes, cambiar entre las diferentes descripciones de los eventos futuros asociados a cada alternativa y, por tanto, una buena habilidad de cambio no es suficiente para identificar una estrategia inadecuada o realizar el cambio de estrategia.

Kahneman (2003) defiende la existencia de un sistema dual a la hora de llevar a cabo juicios y tomar decisiones, un primer sistema que opera de forma rápida, automática, sin esfuerzo, implícita, con carga emocional y dominadas por el hábito y un segundo sistema más lento, serial, controlado y monitoreado conscientemente, relativamente flexible y gobernado por reglas. La IGT es una tarea que parece encajar perfectamente con el primer sistema; los sujetos eligen las cartas rápidamente, basándose en información implícita y con carga emocional, y aunque es cierto que la mayoría de juicios y elecciones que tomamos día a día parecen tener esta naturaleza, las decisiones más importantes suelen implicar un razonamiento lógico sobre todas las opciones posibles, y es aquí donde probablemente la habilidad de cambio y las funciones ejecutivas “frías” tengan un mayor peso.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el experimento no permiten aceptar plenamente la hipótesis planteada e indicar que existe relación entre la habilidad de cambio y el proceso de toma de decisiones. Sin embargo, es posible que se deba tanto a la naturaleza de la prueba como al tipo de elecciones que esta implica, elecciones basadas en información implícita, que se llevan a cabo de forma rápida y que poseen una carga emocional basada en las elecciones pasadas que es posible que permita a los sujetos generar marcadores somáticos que guíen su conducta o estrategia. Por otro lado, la habilidad de cambio parece estar implicada en procesos más racionales, en los que el sujeto posee una gran cantidad de información explícita y se hace necesario dirigir la atención solo a determinados estímulos, es posible generar descripciones de los eventos futuros asociados a cada elección y en situaciones donde el sujeto debe tomar varias decisiones a lo largo de un periodo de tiempo, y por tanto existe la posibilidad de identificar estrategias inadecuadas. Además, factores como el tamaño de la muestra o la falta de diferenciación entre grupos podrían explicar la falta de significación en los resultados.

Sería recomendable en futuros estudios analizar o evaluar la relación entre la flexibilidad cognitiva y la toma de decisiones empleando tareas que evalúen diferentes componentes del constructo flexibilidad cognitiva (no solo habilidad de cambio), así como tratar de evaluar la toma de decisiones en situaciones en las que sí es posible realizar un análisis racional, situaciones de incertidumbre objetiva.

## BIBLIOGRAFÍA

- Areny-Balagueró, M., García-Molina, A., Roig-Rovira, T., Tormos, J., and Jodar, M. (2015). Influencia de la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva en la ejecución de la tarea Balloon Analogue Risk Task. *Psychologia: Avances de la Disciplina*, 9(2), 25-34.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136-140.
- Barry, D., Petry, N. (2008). Predictors of decisionmaking on the Iowa Gambling Task: Independent effects of life time history of substance use disorders and performance on the Trail Making Test. *Brain and Cognition*, 66, 243-252.
- Bechara, A., Damasio, A., Damasio, H., Anderson, S. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition* 50, 7-15.

- Bechara, A., Damasio, H., and Damasio, A.R., (2003). Role of the amygdala in decision-making. *Annals of the New York Academy of Science* 985, 356–369.
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., and Lee, G. P. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *Journal of Neuroscience*. 19, 5473–5481.
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A.R., Lee, G.P., 1999. Different contributions of the human amygdala and the ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *Journal of Neuroscience* 19 (13), 5473– 5481.
- Bechara, A., Damasio, H, Tranel, D., and Damasio, A.R., (1997). Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy. *Science*. 275. 1293-1294.
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., and 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., and Turnbull O.H., (2005). Artificial time constraints on the Iowa Gambling Task: The effects on behavioral performance and subjective experience. *Brain Cognition*, 57, 21-25
- Brand, M., Fujiwara, E., Borsutzky, S., Kalbe, E., Kessler, J., and Markowitsch, H. (2005). Decisionmaking impairments in patients with pathological gambling. *Psychiatry Research*, 133, 91-99.
- Chiu Y. C., Lin C. H. (2007). Is deck C an advantageous deck in the Iowa Gambling Task? *Behavioral and Brain Funcion*. 3 (37).
- Chiu Y.C., Lin C.H., Huang J.T., Lin S., Lee P.L., and Hsieh JC (2005). Immediate gain is long-term loss: Are there foresighted decision makers in Iowa gambling task? *Proceedings of Society for Neuroeconomics 3rd Annual Meeting: September 15–18 2005*; Kiawah Island, South Carolina, USA.
- Cohen, J.D. and Servan-Schreiber, D. (1992). Context, cortex, and dopamine: A Connectionist approach to behavior and biology in schizophrenia. *Psychological Review*. 99. 45-77.

- 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, 285- 313.
- Damasio, A.R. (1994). *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*. New York: Grosset/Putnam.
- Damasio, A.R. (1996) The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 351 (1346). 1413-1420.
- Damasio, A. R., Tranel, D., and Damasio, H. (1991). Somatic markers and the guidance of behavior: theory and preliminary testing. En: H. S. Levin, H. M. Eisenberg & A. L. Benton (Eds). *Frontal Lobe function and dysfunction*. (pp. 217-229). New York: Oxford University Press
- Del Missier, F., Mäntylä, T., and Bruine de Bruin, W. (2010). Executive functions in decision making: An individual differences approach. *Thinking & Reasoning*, 16(2), 69-97
- Diamond, A. (2013). Executive function. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
- Diamond, A. (2014). Understanding Executive Functions: What Helps or Hinders Them and How Executive Functions and Language Development Mutually Support One Another. *The International Dyslexia Association. Perspectives on Language and Literacy*. 40. 7-11.
- De Luca, C. and Leventer, R. (2008) Developmental Trajectories of Executive Functions across the Lifespan. En: Anderson, V., Jacobs, R. and Anderson, P (Eds)., *Executive Functions and the Frontal Lobes: A Lifespan Perspective*, (pp. 23-56). Taylor & Francis Group, New York.
- Dunn B.D., Dalgleish T., Lawrence A.D. (2006). The somatic marker hypothesis: a critical evaluation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 30(2), 239–71.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186-204.
- Gilbert SJ, Burgess PW. (2008). Executive function. *Current Biology*. 18(3). 110–114.
- Goldman-Rakic, P. (1987). Development of Cortical Circuitry and Cognitive Function. *Child Development*, 58(3), 601-622.

- González-Gadea, M., Guillermo-Ponce, J., Hugo-Díaz, F., and Marino, J. (2010). Influencia de variables cognitivas el Iowa Gambling Task. *Revista argentina de ciencias del comportamiento*. 2 (2). 32-42.
- Kahneman, D. (2003). A perspective of Judgment and Choice: Mapping Bounded Rationality. *American Psychologist*. 58 (9). 697-720.
- Koriat, A., Lichtenstein, S., and Fischhof, B. (1980). Reason for confidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*. 6(2). 107-118.
- Lin C.H., Chiu Y.C., Lee P.L., and Hsieh J.C. (2007). Is deck B a disadvantageous deck in the Iowa Gambling Task? *Behavioral Brain Function*. 3(16).
- Miller, E.K., Cohen, J.D. (2001) An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24. 167-202
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., and Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cogn. Psychol.* 41, 49–100.
- Montero-López, E., Santos-Ruiz, A., Navarrete-Navarrete., N., Ortego Centeno, N., Perez-Garcia, M., and Peralta-Ramírez, M. (2016). The effects of corticosteroids on cognitive flexibility and decision-making in women with lupus. *Lupus*. 25. 10.
- Morra, S., Panesi, S., Traverso, L., and Usai, M. C. (2017). Which tasks measure what? Reflections on executive function development and a commentary on Podjarny, Kamawar, and Andrews (2017). *J. Exp. Child Psychol.* 167, 246–258.
- Musso, M. (2009). Funciones ejecutivas y control ejecutivo: una revisión bibliográfica mirando la arquitectura de la mente. *Revista de Psicología*. 5. 106-123.
- Ochsner, K. N., Ray, R. D., Cooper, J. C., Robertson, E. R., Chopra, S., Gabrieli, J. D., and Gross, J. J. (2004). For better or for worse: neural systems supporting the cognitive down- and up-regulation of negative emotion. *Neuroimage* 23, 483–499.
- Rodríguez, C., Jiménez, J., Díaz, A., Garcia, E., Martín, R., and Hernández, S. (2012). Datos normativos para el Test de los Cinco Dígitos: desarrollo evolutivo de la

- flexibilidad en Educación Primaria. *European Journal of Education and Psychology*. 5. 27-38.
- Rogers, R. D., Monsell, S. (1995). Switch Task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124 (2), 207-231.
- Rolls, E.T. (1996). A theory of hippocampal function in memory. *Hippocampus*. 6(6). 601-620.
- Rubio Gómez, J.L. (2010). Evaluación del sistema atencional en pacientes del espectro esquizofrénico: flexibilidad cognitiva y toma de decisiones (Tesis doctoral). *Universidad de Granada, Granada*.
- Stuss, DT, Levine, B. (2002). Adult clinical neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*. 53. 401–433.
- Verdejo-García, A. and Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*. 22(2). 227-235.
- Welsh, M. and Peterson, E. (2014). Issues in the Conceptualization and Assessment of Hot Executive Functions in Childhood. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 20. 1-5.
- Zelazo, P. D., and Cunningham, W. A. (2007). Executive Function: Mechanisms Underlying Emotion Regulation. En J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 135-158). New York, NY, US: Guilford Press.
- Zelazo, P. D., Qu, L. y Müller, U. (2005). Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development. En: W. Schneider, R. Schumann Hengsteler y B. Sodian (Eds.), *Young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability, and theory of mind* (pp. 71–93). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zelazo, P.D. y Carlson, S.M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6, 354-360.