



Jornades de Foment de la
Investigació

**SENSIBILIDAD A
LA RECOMPENSA
Y CAMBIO DE SET:
LA DOPAMINA
COMO SUSTRATO
EN LA
IMPULSIVIDAD**

Autors

Alfonso Barrós-Loscertales

Cesar Ávila

M^a Antònia Parcet

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estudiar la relación entre la dopamina y el sistema de activación conductual (SAC) como sistema biológico conductual de la impulsividad como dimensión de personalidad. Para ello se ha estudiado la relación entre una tarea experimental sensible a la dopamina, el cambio de set, y la escala de sensibilidad a la recompensa (SR; Torrubia y cols., 2001).

Método: Cuarenta y nueve participantes de sexo masculino cumplieron el cuestionario de sensibilidad al castigo - sensibilidad a la recompensa (SPSRQ; Torrubia, Ávila, Moltó y Caseras, 2001), donde la sensibilidad a la recompensa es una medida de actividad del SAC, y completaron una tarea de cambio de set (Hayes y cols, 1998).

Resultados: El análisis de regresión jerárquico mostraba como la SR era un predictor en la ejecución de cambio de set ($\beta = -.31$, $p < .03$).

Discusión: Los datos mostraron la relación entre la conducta de cambio de set y la Sensibilidad a la Recompensa, una medida de impulsividad en la teoría de Gray. Estos resultados implican un sustrato dopaminérgico en la dimensión de personalidad de impulsividad y, por tanto, en la conducta impulsiva.

El sistema de activación (aproximación) conductual es un sistema biológico-conductual propuesto en el modelo dimensional de personalidad de Gray (1981, 1987ab). Este sistema se compone de múltiples estructuras neuronales interrelacionadas con vías dopaminérgicas que proyectan desde el área tegmental ventral al núcleo acúmbens, por lo que la dopamina juega un papel central en este sistema (Ibañez, Ortet y Avila, en prensa). La actividad de este sistema se manifiesta en la sensibilidad a estímulos reforzadores (recompensa o terminación de castigo) tanto innatos como aprendidos (estímulos condicionados apetitivos o señales de recompensa), estados afectivos positivos (curiosidad, deseo, euforia o excitación) y conductas de acercamiento y exploración que facilitan aprendizajes de aproximación y evitación activa (Cloninger, 1986, 1998; Depue y Collins, 1999; Gray, 1991).

Estudios de neuroimagen y genética han puesto de manifiesto la relación de la actividad dopaminérgica con el SAC utilizando distintas medidas relacionadas con la impulsividad (Ebstein & Belmaker, 1997; Farde, Gustavsson y Jonsson, 1997). Así, pacientes con enfermedad de Parkinson tienen puntuaciones más bajas en las escalas del SAC (Menza, Mark, Burn y Brooks, 1995).

Los pacientes con enfermedad de Parkinson muestran un déficit en las tareas de cambio de set cognitivo (Gaunlett-Gilbert, Roberts y Brown, 1999; Hayes, Davidson, Keele y Rafal, 1998). La tarea de cambio de set cognitivo se describe como una función ejecutiva por la que se redefinen las condiciones que modulan la respuesta. Los enfermos de Parkinson muestran déficit en esta función cuando la respuesta se define en función de aspectos extradimensionales que implican dejar de atender a una dimensión antes relevante para la respuesta, y atender a otra antes irrelevante. Esto demuestra que el daño en las vías dopaminérgicas de estos pacientes afecta a la capacidad de dejar de atender a una dimensión que antes era relevante y atender a una nueva.

El objetivo de este estudio es probar la relación en la ejecución en una tarea de cambio de set en función de una medida de la sensibilidad a la recompensa, una medida del SAC (Torrubia y cols., 2001). La tarea de cambio de set que utilizaremos es la aplicada por Hayes y cols. (1998) que ya ha mostrado su sensibilidad para las diferencias entre pacientes con enfermedad de Parkinson y controles, y entre pacientes con Parkinson dependiendo de su déficit motor (que supone una medida indirecta de su déficit de dopamina). Nosotros hipotetizamos que participantes con bajas puntuaciones en la escala sensibilidad a la recompensa necesitarán un tiempo mayor para cambiar el set.

MÉTODO

MUESTRA

Cuarenta y nueve estudiantes varones de la Universidad Jaume I, no pertenecientes a la Licenciatura de Psicología, participaron en este estudio y fueron pagados por su participación. Su edad estaba comprendida entre 18 y 25 años.

ESTÍMULOS Y TAREA

La tarea fue similar a la utilizada por Hayes y cols., (1998). Dos colores, rojo y azul, fueron asignados a las teclas de respuesta 1 y 2 respectivamente. Un tercer color, verde no tenía asignada ninguna tecla de respuesta como estímulo neutro. Los colores aparecieron de forma circular con un diámetro de aproximadamente 0.76° de ángulo visual (la distancia entre el participante y el ordenador fue 60 cm. aproximadamente). Dos formas, triángulo y cuadrado, fueron asignadas a las mismas teclas de

respuesta 1 y 2, respectivamente. Una tercera forma, un hexágono, no tenía asignada ninguna tecla de respuesta como estímulo neutro. Cada forma se presentaba ocupando un ángulo visual de 3.0° de alto aproximadamente, mientras que la amplitud variaba para el cuadrado (3.0°), el hexágono (3.4°) y el triángulo (4.0°).

Había tres tipos de condiciones de presentación de los estímulos denominadas Sola, Neutra e Incongruente. Cuando la condición era Sola, un color o forma aparecía sin ningún distractor de la otra dimensión (color / forma). Para la condición Neutra, un color o forma aparecía con un estímulo neutro (color verde o forma hexagonal) de la otra dimensión. Cuando la condición era Incongruente, un color o forma aparecía con un estímulo de la otra dimensión que tenía una tecla de respuesta asociada contraria.

Por tanto, la tarea tenía distintos tipos de estímulos en cada condición: cuatro estímulos en la condición Sola (roja, azul, triángulo, cuadrado), cuatro en la condición Neutra (hexágono rojo, hexágono azul, triángulo verde, cuadrado verde), y dos en la Incongruente (cuadrado rojo, triángulo azul). Para la condición Neutra e Incongruentes, el par color-hexágono aparecía centrado dentro del dibujo de la forma. Los estímulos eran presentados sobre un fondo blanco.

Cada estímulo fue presentado con una instrucción (la palabra Color o Forma), que informaba al participante de cual era la dimensión a la que debía responder. La palabra aparecía en un ángulo visual de 2.5° aproximadamente sobre el centro de la figura, y la palabra ocupaba un ángulo visual de 0.6° aproximadamente a lo largo. A lo ancho, la palabra Color ocupó 2.2° de ángulo visual y la forma ocupó 2.6° de ángulo visual. La instrucción sobre la dimensión a atender permanecía en la pantalla tanto tiempo como la figura.

La combinación de las posibles instrucciones y los ensayos por el color y la forma producían 12 estímulos distintos: 2 por tipos de instrucciones (color y forma), dos valores por tipo de instrucción (rojo/azul o triángulo/cuadrado), 3 tipos de condiciones (Sola, Neutra o Incongruente). Los 12 estímulos fueron presentados como primer y segundo estímulo en cada ensayo de forma contrabalanceada, produciendo un total de 144 ensayos que eran presentados en con un orden aleatorio a cada participante. La tarea consistía en dos bloques idénticos incluyendo los 144 posibles ensayos cada bloque. Cada ensayo consistía en un par de estímulos que se presentaban y se respondían de forma secuencial, y los estímulos consistieron de una instrucción a cerca de la dimensión de respuesta y una figura con una forma y color.

Cada ensayo comenzó con el mensaje “Siguiete Ensayo...” que aparecía en el centro de la pantalla durante 1 segundo, seguido por una figura con color y forma y la instrucción presentada de forma simultánea. El primer estímulo del ensayo aparecía a 2.3° de ángulo visual a la izquierda del centro de la pantalla hasta que el participante respondía. Inmediatamente después de la respuesta, salvo que se cometiera un error en la respuesta, el primer estímulo desaparecía y aparecía el segundo ensayo a 2.3° de ángulo visual a la derecha del centro de la pantalla. Este segundo estímulo también se componía de una instrucción y una figura con color y forma presentada de forma simultánea. Después de que el participante respondiera, había un intervalo de 500 mseg. antes de que apareciera el siguiente ensayo comenzando con el mensaje “Siguiete Ensayo...”. Si el participante cometía un error en la respuesta de cualquier estímulo, este se seguía de un mensaje de error de 1 seg., antes de continuar. Para responder, los participantes pulsaban las teclas 1 y 2 del teclado numérico del ordenador; estas teclas de respuestas estaban asignadas a los colores rojo/azul y las formas triángulo/cuadrado respectivamente.

PROCEDIMIENTO

Los participantes realizaban la tarea experimental inmediatamente después de rellenar el cuestionario SPSRQ. Fueron inicialmente instruidos en que cuanto más rápida fueran sus respuestas en la tarea, más dinero ganarían. Los participantes eran recompensados por responder correctamente a los dos estímulos en cada ensayo. El feedback sobre el total de ganancias era dado sólo al final de la tarea.

Las instrucciones previas a la tarea explicaban a los participantes las teclas de respuesta al color, y se completaban 24 ensayos de práctica. Entonces eran instruidos sobre las teclas de respuesta para las formas y también se completaban 24 ensayos de práctica. Finalmente, los participantes eran avisados que en los siguientes ensayos habría una mezcla entre el color y la forma y que deberían prestar atención a la instrucción que indicaba si debían responder al color o la forma para hacer la tarea correctamente. Los participantes eran instruidos para dar respuestas rápidas y precisas. Realizaban 24 ensayos de práctica, ya con la tarea experimental, y entonces completaban dos bloques experimentales. Los participantes podían descansar tanto como desearan entre los bloques.

RESULTADOS

Análisis preliminar

En el análisis preliminar las correlación de los tiempos de reacción (TR) con SPSRQ reveló una correlación significativa entre SR y el TR al primer estímulo en las condiciones de Sola [$r(48)=.35$, $p<.02$], Neutra [$r(48)=.33$, $p<.02$] e Incongruente [$r(48)=.35$, $p<.02$], pero estas correlaciones no fueron obtenidas para los TR a los segundos estímulos ($p>.10$). Sin embargo, estas correlaciones significativas no fueron acompañadas por ninguna correlación significativa entre SR y errores en ninguna de las condiciones.

Tiempo de cambio

Nuestro principal interés es la relación entre SR y si la instrucción del segundo estímulo del par en el ensayo indicaba la misma dimensión de respuesta o cambiaba con relación al primer estímulo del par. Las medidas del TR y errores fueron obtenidas de los ensayos en que la instrucción era diferente para cada estímulo del ensayo (p.e. color-color y forma-forma). Como obtuvieron Hayes y cols. (1998) la diferencia entre las condiciones de cambio y no cambio fue significativa para los TR [$t(1, 48)$, $p<.001$] y errores [$t(1, 48)=5.35$, $p<.001$] (ver tabla 1 para medias).

Tabla 1. Medias para las principales variables dependientes en la muestra general.

	Reaction Times	Percentage of Errors
Stimulus 1		
Alone	714	5.24
Neutral	755	5.88
Incongruent	854	9.67
Stimulus 2		
Alone	629	6.90
Neutral	660	4.96
Incongruent	718	14.37
Switch	721	9.44
Non-switch	597	6.14

Los efectos de SPSRQ sobre el tiempo de cambio fueron estudiados a través de un análisis de regresión jerárquica, usando los TR en la condición de cambio como variable dependiente. En el primer paso, TR en la condición de no cambio fue introducida en la ecuación ($R^2=.76$, $p<.001$). Los factores de SP y SR fueron introducidos en un segundo paso, mostrando un efecto significativo para SR ($\beta = -.31$, $p<.03$), pero no para SC ($\beta = -.08$, $p>.10$). Estos resultados indican que los participantes que manifestaron puntuaciones mayores en la escala de SR fueron más rápidos al cambiar el set establecido que los que obtuvieron puntuaciones bajas. El análisis de los errores como la principal variable dependiente no mostró ningún efecto significativo de la personalidad.

Filtrado

Independientemente del tiempo de cambio, este paradigma también permitió examinar la eficacia en el filtrado de dimensiones irrelevantes comparado las condiciones Neutra e Incongruente con la condición de Sola. En el primero y segundo, los resultados mostraron que fue necesario tiempo extra para filtrar la dimensión irrelevante neutra ($p<.001$) y una dimensión incongruente ($p<.001$) (ver tabla 1, para medias). Entonces, los resultados fueron similares a aquellos obtenidos por Hayes y cols., (1998). La regresión jerárquica reveló que SPSRQ no correlacionó con las medidas de filtrado.

DISCUSIÓN

Aunque los TR fueron más rápidos porque nuestra muestra era más joven, los efectos de cambio y filtrado para la muestra en general en nuestra adaptación de la tarea, no han sido muy diferentes de los obtenidos por Hayes y cols. (1998). El tiempo de cambio en esta tarea refleja la habilidad para desengancharse de un set o dimensión antes relevante, después irrelevante y responder en función de un nuevo set diferente. Los resultados en el estudio presente y en aquel de Hayes y cols. (1998) han mostrado que el cambio a un nuevo set requiere más tiempo que responder al mismo set. Este tiempo extra es necesario para desengancharse del set anterior y engancharse al nuevo set.

De acuerdo con Hayes y cols. (1998), el cambio de set es un proceso ejecutivo dependiente de la actividad de las vías de dopamina: cuanto mayor es la actividad de las vías dopaminérgicas, mayor es la habilidad para el cambio de set.

Los resultados en personalidad han demostrado que las puntuaciones en la escala de SR fueron negativamente correlacionadas con el tiempo necesitado para el cambio de set. Entonces, los individuos con un SAC hiperactivo (p.e. mayores puntuaciones en SR) tenían una habilidad mayor para cambiar el set que aquellos con un SAC hipoactivo. De acuerdo con la interpretación de los resultados de la tarea de la tarea realizada por Hayes y cols. (1998), y teniendo en cuenta que las diferencias individuales en la activación del SAC se relacionan con la dopamina, se puede inferir que este neurotransmisor es el responsable de las diferencias encontradas. Una consecuencia derivada de estos resultados es la semejanza entre la ejecución de pacientes con bajas puntuaciones en SR y los pacientes con enfermedad de Parkinson, apoyando la relación propuesta entre ambos conceptos (Menza y cols., 1995).

Los resultados también han mostrado que SR estaba correlacionada negativamente con los tiempos de respuesta al primer estímulo un ensayo (pero cercano a cero con el TR al segundo estímulo). Este resultado es consistente con investigaciones previas en nuestro laboratorio mostrando que SR está correlacionada negativamente con los tiempos de reacción al obtener una cantidad de recompensa diferente (Ávila, 2001). Como el proceso de cambio de set, las diferencias en la actividad de las vías serían responsables de estas diferencias en la latencia de respuesta sin afectar a la precisión de la misma (ver Robbins & Everitt, 1995). Más investigación será necesaria para clarificar si hay alguna relación entre la velocidad en el cambio y el TR al primer estímulo.

¿Cuál es el mecanismo sobre el que descansan las diferencias observadas en el cambio de set? Hayes y cols. (1998) argumentan sobre dos posibles mecanismos atencionales para explicar la relación de la dopamina y la ejecución del cambio. Uno implica un sesgo por ser la señal de un tipo particular o en un lugar en particular o por requerir una respuesta específica. El procesamiento de un estímulo sesga el procesamiento siguiente de la misma forma que un priming automático. Desde esta perspectiva, los participantes con alta SR formarían sesgos automáticos más leves sobre el estímulo objetivo que aquellos con baja SR. Datos previos en nuestro laboratorio se muestran negativos a esta posibilidad. Avila y Parcet (en prensa) realizaron dos experimentos utilizando dos tareas de priming de identidad en la cual el priming al estímulo pre-objetivo fue centralmente presentado antes de lo esperado e inesperados estímulos objetivo que aparecían antes de 100 o 500 mseg. en el mismo lugar. En el Experimento 1 estímulos objetivos de priming y esperados se unieron similares físicamente, mientras en el Experimento 2 no hubo emparejamiento físico. En cualquiera de los dos experimentos SR fue relacionada con el priming automático en el SOA corto, pero desarrollo una conciencia más fuerte de las expectativas sobre los estímulos objetivos. Entonces, investigaciones previas parecen manifestarse en contra de la primera hipótesis de Hayes y cols. (1998).

El segundo mecanismo propuesto por Hayes y cols. (1998) interpretó el cambio como “una forma de atención selectiva en la cual un cambio de set de instrucciones redefine las condiciones de relevancia, dictando que rasgo del estímulo o representación interna llega a ser relevante para la siguiente respuesta” (p. 189). Ellos interpretan déficits relacionados con la dopamina al tiempo de cambio como relacionado a pacientes con Parkinson, es decir, los déficits en la enfermedad de Parkinson ocurren porque tienen más problemas para desengancharse de un set anterior e irrelevante y engancharse a un nuevo set.

Resultados previos en estudios sobre diferencias en priming negativo e inhibición latente parecer ofrecer un soporte claro a esta segunda interpretación. Avila y Parcet (1997) mostraron que individuos con baja SR tenían una mayor magnitud de priming negativo (p.e. tiempo para desengancharse de distractores irrelevantes) que aquellos con altas puntuaciones en SR. Como en el procedimiento actual, cada ensayo presentó una exposición primera y una prueba que contenía un estímulo objetivo y un distractor. El priming negativo es observado cuando los participantes deben responder a un estímulo objetivo en la exposición de prueba que ha sido un distractor en la primera exposición. Este efecto es obtenido porque el procesamiento de un distractor en la primera exposición produjo automáticamente una inhibición activa de este estímulo en la exposición de prueba. Los resultados muestran que los participantes con mayores puntuaciones en la escala de SR tienen una menor magnitud de priming negativo que los individuos con bajas puntuaciones en SR. En otras palabras, como en el estudio presente, individuos con alto SR se desenganchan de la primera exposición y se enganchan en la exposición de prueba de forma más rápida que los bajos en SR.

Pickering y Gray (1999) también relacionaron el SAC y la dopamina con la ejecución en una tarea de inhibición latente. En estas tareas, los participantes son expuestos previamente a un estímulo que no tiene consecuencias significativas. Después de un adecuado periodo de pre-tratamiento, se piensa que los estímulos presentados en la primera exposición pierden saliencia y llegan a ser “descartados” del foco de atención. Esto se manifiesta en la segunda fase de la tarea en la cual las contingencias de los estímulos son cambiadas tal que la exposición a los estímulos es predictora de reforzamiento. A causa de la fase de preexposición, este aprendizaje subsiguiente es típicamente retardado (inhibición latente). Después de revisar la literatura, Pickering y Gray (1999) han concluido que los individuos con un SAC hiperactivo tienen un menor magnitud de inhibición latente que aquellos con un SAC

hipoactivo. Es decir, en estos sujetos la fase de pre-exposición tiene un efecto menor en aprendizajes subsiguientes.

En general, los datos del priming negativo, inhibición latente y el presente estudio, sugieren que individuos con un SAC hiperactivo, cuando los comparamos con aquellos con un SAC hipoactivo, se desenganchan más rápido de la información semántica derivada automáticamente de los estímulos previos, y esto permite entonces redefinir las condiciones de relevancia (p.e. metas) fácilmente, para arreglárselas con nuevos estímulos. En otras palabras, un SAC hiperactivo parece estar más asociado a responder sobre la base de estímulos actuales que pasados.

Individuos con un SAC hiperactivo con otros trastornos por desinhibición muestran déficits de evitación pasiva cuando se implican en una conducta dirigida a meta (Ávila, 2001; Ávila y cols., 1995; Newman y Schmitt, 1998). Estos déficits aparecen en el contexto en el cual las respuestas han sido asociadas frecuentemente con la obtención de recompensa, y consiste en un procesamiento disminuido de señales secundarias o inesperadas (ver también Newman, 1998; Patterson y Newman, 1993). Entonces, el feedback aversivo recibido en el pasado tras responder es menos capaz de modificar la conducta dirigida a meta. Nosotros proponemos que la mayor habilidad para el cambio de set contribuiría a producir déficits en la modulación de respuesta de personas con un SAC hiperactivo. La menor tendencia a mantener “on-line” información derivada de los estímulos, empeoraría el uso de esta información para modificar o inhibir las respuestas dirigidas a meta. Normalmente, experiencias negativas después de responder sirven para modificar e inhibir respuestas en el futuro. Sin embargo, en individuos con un SAC hiperactivo, la prospección de una recompensa o meta señalada por estímulos actuales sería más importante para decidir que respuesta es más apropiada que las experiencias negativas previas.

Finalmente, nos gustaría acentuar que la semejanza entre la ejecución cognitiva asociada con una disfunción en pacientes con enfermedad de Parkinson e individuos con bajas puntuación es la escala de SR puede ser una interesante línea de investigación en el futuro.

REFERENCIAS

- ÁVILA, C. (2001). Distinguishing BIS-mediated and BAS-mediated disinhibition mechanisms: A Comparison of Disinhibition Models of Gray and Patterson and Newman. Journal of Personality and Social Psychology, 80 (2), 311-324.
- AVILA, C., MOLTÓ, J., SEGARRA, P. & TORRUBIA, R. (1995). Sensitivity to primary or secondary reinforcers, what is the mechanism underlying passive avoidance deficits in extraverts? Journal of Research in Personality, 29, 373-394.
- AVILA, C. & PARCET, M.A. (1997). Impulsivity and Anxiety Differences in Cognitive Inhibition. Personality and Individual Differences, 23, 1055-1064
- AVILA, C. & PARCET, M.A. (en prensa). Impulsivity and Cognitive Over-focusing of Attention. Personality and Individual Differences.
- CLONINGER, CR. A unified biosocial theory of personality and its role in the development of anxiety states. Psychiatric Developments 1986; 3; 167-226.
- CLONINGER, CR. Biology of Personality Disorders. En K.R Silk (Ed.) American Psychiatry Press, Washington D.C. : 1998; 63-92.

- DEPUE R.A. & COLLINS, P.F. (1999). Neurobiology of the structure of personality: Dopamine, facilitation of incentive motivation, and extraversion. Behavioral and Brain Sciences, 22, 491-569.
- EBSTEIN, R.P. & BELMAKER, R.H. (1997). Saga of an adventure gene: Novelty Seeking, substance abuse and the dopamine D4 receptor (D4DR) exon III repeat polymorphism. Molecular Psychiatry, 2, 381-384.
- FARDE L, GUSTAVSSON JP, & JONSSON E. (1997) D2 dopamine receptors and personality traits. Nature, 385, 590.
- GAUNLETT-GILBERT, J., ROBERTS, R.C. & BROWN, V.J. (1999). Mechanisms underlying attentional set-shifting in Parkinson's disease. Neuropsychologia, 37, 605-616.
- GRAY, J.A. (1981). A critique of Eysenck's theory of personality. In H.J. Eysenk (Ed.), A model of personality (pp. 246-276). New York: Springer.
- GRAY, J.A. (1987 a). Perspectives on anxiety and impulsivity: A commentary. Journal of Research in Personality, 21; 493-509.
- GRAY, J.A. (1987b). The psychology of fear and stress. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- GRAY, J.A. (1991). Explorations in temperament. En J.Strelau y A. Angleitmer (Eds.) Nueva York: 1991, 105-128.
- HAYES, A.E., DAVIDSON, M.C., KEELE, S.W., & RAFAL, R.D. (1998). Toward a functional analysis of the basal ganglia. Journal of Cognitive Neuroscience, 10, 178-198.
- IBAÑEZ, M.I., ORTET G., ÁVILA, C. (en prensa). Motivación, personalidad y drogas. En F. Palmero (Ed.), Psicología de la motivación y de la emoción. McGraw-Hill Interamericana.
- NEWMAN, J.P. (1998). Psychopathy: An information processing perspective. In D.J. Cooke, A.E. Forth, & R.D. Hare (Eds.), Psychopathy: Theory, research, and implications for society (pp. 81-104). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- NEWMAN, J.P. & SCHMITT, W.A. (1998). Passive avoidance in psychopathic offenders: a replication and extension. Journal of Abnormal Psychology, 107, 527-532.
- MENZA, M.A., MARK, M.H., BURN, D.J., & BROOKS, D.J. (1995). Personality correlates of [18F] dopa striatal uptake: results of positron-emission tomography in Parkinson's disease. Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience, 7, 176-9
- PATTERSON, C.M., & NEWMAN, J.P. (1993). Reflectivity and learning from aversive events: toward a psychological mechanism for Syndromes of Disinhibition. Psychological Review, 100, 716-736.
- PARENT, A. (1990). Extrinsic connections of the basal ganglia. Trends in Neuroscience, 13; 254-258.
- PICKERING, A.D. & GRAY, J.A. (1999). The neuroscience of personality. In L. Pervin & O. John (Eds.), Handbook of personality (pp. 277-299). New York: Guilford Press.
- TORRUBIA, R., AVILA, C., MOLTÓ, J., & CASERAS, X. (2001). The Sensitivity to Punishment and Sensitivity Reward Questionnaire (SPSRQ) as a measure of Gray's Anxiety and Impulsivity Dimensions. Personality and Individual Differences, 29(6), 837-862.