

Funciones ejecutivas en adolescentes con conducta antisocial

Yunier Broche-Pérez¹, Lindianay Cortés-González²

RESUMEN

Las alteraciones en las funciones ejecutivas (FE) han sido tradicionalmente relacionadas con comportamientos antisociales; sin embargo, estudios realizados con adolescentes con conductas antisociales son escasos en la actualidad, concentrándose la mayoría de las investigaciones en adultos que han cometido crímenes. *Objetivo:* examinar el funcionamiento ejecutivo en adolescentes con conductas antisociales comparando con un grupo de adolescentes con conducta prosocial, específicamente en los procesos de planificación de acciones, flexibilidad mental y reversal learning. *Material y métodos:* se empleó la torre de Hanoi en una secuencia de tareas múltiples con grados variables de complejidad y el test de cartas de Wisconsin. Se conformaron dos grupos, uno por 38 adolescentes con conducta antisocial con edades comprendidas entre 16 y 18 años y un grupo de control equivalente en edad, sexo y escolaridad; con buena conducta social. *Resultados:* los adolescentes con conducta antisocial mostraron mayores dificultades en los procesos de planificación, flexibilidad mental y reversal learning en comparación con el grupo de control. *Conclusiones:* los adolescentes con conducta antisocial muestran dificultades en el procesamiento del feedback en comparación con los adolescentes prosociales, además en la planificación y puesta en ejecución de estrategias de solución de problemas. Estos resultados pueden indicar dificultades relacionadas con las estructuras prefrontales; en particular, las regiones prefrontales dorsolaterales y ventromediales y el circuito de procesamiento del feedback.

Palabras clave: funciones ejecutivas, adolescentes, test de cartas de wisconsin, torre de Hanoi.

Executive functions in male adolescents with antisocial behavior

ABSTRACT

Executive functioning (EF) deficits have been implicated in antisocial behavior, however the literature on the association between neuropsychological deficits in executive functions and adolescents with antisocial behavior is limited and the findings inconsistent. *Objective:* this study examines planning, mental flexibility and reversal learning in adolescents males involved in antisocial behavior and their age-matched male controls. *Material and method:* the Wisconsin Card Sorting Test (WCST) and Hanoi Tower were used to evaluate planning, set-shifting ability and reversal learning. The sample was comprised of 38 adolescents aged between 16 and 18 years and of 38 healthy controls, matched by age and education. *Results:* Adolescents with antisocial behavior showed more difficulties in planning, mental flexibility and reversal learning, as indicated by performance on the Hanoi Tower and WCST. *Conclusions:* The results on Hanoi Tower and WCST suggest altered feedback processing mechanisms in adolescents males involved in antisocial behavior whereas the findings also support the notion of EF difficulties related to dorsolateral and ventromedial prefrontal cortex functioning.

Key words: executive function, male adolescents, wisconsin sort card test, Hanoi tower.

Las funciones ejecutivas (FE); son comprendidas como mecanismo de control cognitivo que dirige y coordina el comportamiento humano de manera adaptativa cuando no existen esquemas de acción preestablecidos¹. Este constructo incluye un grupo de procesos ejecutivos como flexibilidad mental, planificación de acciones, control inhibitorio, fluidez verbal y memoria de trabajo; evaluados a través de un conjunto de pruebas neuropsicológicas entre las que se destacan la torre de Hanoi y el test de cartas de Wisconsin (WCST)². El adecuado funcionamiento de estos procesos facilita la autorregulación del comportamiento de una manera socialmente responsable. Por esta razón se ha planteado, que un déficit en alguna de las FE que integran el constructo, facilitaría la aparición de conductas socialmente inapropiadas, incapacidad para planificar acciones y resolver problemas; así como, incremento en la agresividad y comportamientos impulsivos^{3,4}.

A partir de esta peculiaridad, después de varios años de investigación se ha sugerido que las alteraciones en funciones ejecutivas correlacionan directamente con la conducta antisocial violenta^{5,6}. Algunas investigaciones incluso llegan a plantear que los déficit en el funcionamiento ejecutivo es característico de todos los individuos que cometen crímenes^{7,8}, mientras que otros señalan que la alteración de estos procesos guardan más relación con los crímenes violentos que con los no violentos^{9,10}.

En el caso específico del estudio de las FE en adolescentes con conducta antisocial se ha encontrado que, comparado con adolescentes prosociales, los primeros presentan mayores dificultades inhibitorias (evaluadas a través de pruebas *gonogo*)¹¹. De igual manera se ha comprobado que los adolescentes que presentan alteraciones en su funcionamiento ejecutivo expresan más agresividad verbal cuando son provocados que los adolescentes con un funcionamiento ejecutivo adecuado¹². No obstante el grueso de los estudios no se han realizado con adolescentes con conducta antisocial propiamente dicha, sino con los que presentan diagnóstico de trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH)¹³. En este sentido los estudios que relacionan funcionamiento ejecutivo y conducta antisocial en adolescentes que se encuentran insertados en centros de reeducación son escasos¹⁰.

OBJETIVOS

Esta investigación tuvo como objetivo fundamental evaluar el funcionamiento ejecutivo en un grupo de adolescentes que se encuentran en centros de reeducación a causa de su comportamiento antisocial, comparándolos con un grupo con comportamiento

prosocial que se encuentran en centros de educación general. En particular la exploración se realizó empleando el test de cartas de Wisconsin (WCST) y la torre de Hanoi, dos pruebas ampliamente utilizadas para evaluar funciones ejecutivas y que presentan gran validez ecológica^{14,15}.

En el caso específico del WCST numerosos estudios han reportado un incremento metabólico y de actividad neural de las regiones frontales y prefrontales de la corteza durante la realización de la prueba¹⁶⁻¹⁹. Específicamente se ha mostrado incremento de la activación de la corteza prefrontal dorsolateral CPFDL^{18,22} y en la porción ventromedial del córtex prefrontal (CPFVM)^{18,19}. En su análisis se tiene usualmente en cuenta los errores perseverativos y no perseverativos²³. Asociados a los errores perseverativos pueden encontrarse al menos dos tipos adicionales de errores de naturaleza distinta, los mismos han sido definidos como *errores eficientes* y *de distracción*¹⁷. Los *errores eficientes*: representan fallos asociados a las selecciones y que son propios del contraste de hipótesis asociado a la tarea (encontrar el principio correcto de emparejamiento de las cartas). Esta peculiaridad indica un cambio intencional para cambiar de la categoría incorrecta hacia las dos opciones de respuesta restantes, luego de recibir un *feedback* correctivo que indica que el principio previo ya no es correcto¹⁷. Por el contrario los *errores de distracción*; sugieren una alteración relacionada con la incapacidad de mantener el principio correcto de solución luego de haberlo alcanzado²³.

Por otra parte la torre de Hanoi es una herramienta experimental y de diagnóstico de amplio uso en el ámbito neuropsicológico para la evaluación de la planificación de acciones y la solución de problemas¹⁵. Diversos estudios han planteado que esta prueba es en especial sensible a disfunciones frontales²⁴⁻²⁶. En particular se han encontrado alteraciones en la planificación de acciones que se relacionan con daños en la región derecha del córtex prefrontal²⁷, lo cual ha sido avalado por estudios con neuroimagen^{28,29}, resultados que son consistentes con la hipótesis que vincula el hemisferio derecho con la planificación y formación de estrategias^{27,30,31}.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron inicialmente 38 adolescentes que se

Recibido: 27 octubre 2014. Aceptado: 14 noviembre 2014.

^{1,2}Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba. Correspondencia: Yunier Broche-Pérez. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera de Camajuaní km 5½. Santa Clara, 54830 Villa Clara, Cuba E-mail: yunierbp@uclv.edu.cu

encontraban recluidos en instituciones especiales por el delito de “robo con violencia e intimidación en las personas” incluido en el Código Penal de la República de Cuba. El rango de edad de los participantes se encontraba entre los 16 y 18 años. A todos los adolescentes se les informó el objetivo de la investigación, la posibilidad de participar de forma voluntaria y el derecho de abandonar el estudio si en algún momento lo consideraban oportuno. Asimismo, se garantizó la confidencialidad de los datos personales y la no divulgación de ninguna información que ofreciera características que permitieran el reconocimiento del participante por terceras personas.

Para comparar el rendimiento del grupo de estudio se conformó un grupo equivalente en cuanto a la cantidad de integrantes, edad, sexo y años de escolarización. De igual manera este grupo fue informado del objetivo y condiciones de confidencialidad; así como, su derecho a participar de forma voluntaria y de abandonar el estudio si lo deseaban. Por último, la muestra se conformó por 76 adolescentes, divididos en dos grupos (38 integrantes en cada uno), con una edad media de 17.6 años ($SD=1.17$), todos del sexo masculino y con una media en los años de escolarización de 9.6 años ($SD=2.31$).

Se utilizaron versiones computarizadas y traducidas al español de la torre de Hanoi y el test de cartas de Wisconsin (WCST). Específicamente se emplearon las versiones contenidas en el *Psychology Experiment Building Language* (PEBL) versión 0.14³².

Descripción de los instrumentos

El test de cartas de Wisconsin (WCST): es la prueba más utilizada y conocida para evaluar la función ejecutiva con una demostrada validez ecológica¹⁴. Éste instrumento es utilizado para medir las estrategias de solución de problemas. El mismo evalúa la capacidad para generar criterios de clasificación, pero sobre todo la capacidad para cambiar de criterio de clasificación (flexibilidad) en base a cambios repentinos en las condiciones de la prueba³³. Dicho instrumento es sensible a los daños estructurales o alteraciones *funcionales* de la región frontal dorsolateral. Se considera una medida de las funciones ejecutivas en tanto que requiere de habilidad para desarrollar y mantener una estrategia adecuada para resolver un problema, mientras cambian las condiciones estímulares. El *Wisconsin* en su versión computarizada incluida en el PEBL es similar a su versión en papel. Consiste en la presentación de 4 cartas que contienen cuatro figuras geométricas (círculo, cruz, estrella y triángulo), las cuales a su vez poseen dos propiedades adicionales *número de elementos* (uno, dos, tres, cuatro), y *color de la figura* (rojo, azul, verde,

amarillo). La tarea consiste en clasificar una serie de cartas con las mismas características en diferentes categorías por medio de un criterio que el sujeto debe encontrar por sí mismo. Durante la ejecución de la prueba (64 ensayos) los criterios se modifican, obligando al participante a reestructurar sus patrones de ejecución sobre la base de nuevas contingencias.

Torre de Hanoi (TH): fue creada por el matemático francés Edouard Lucas en 1883³⁴. Dicha prueba mide aspectos de las funciones ejecutivas como planificación, control y solución de problemas³⁵. En su versión computarizada, se presentan 10 torres con distintos grados de complejidad, en las cuales hay que organizar un conjunto de discos de acuerdo a un patrón demuestra que se le presenta al participante en la parte superior de la pantalla. Durante la ejecución de la prueba se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: **1.** Mover sólo un disco a la vez y **2.** No colocar un disco de mayor tamaño sobre uno más pequeño.

Procedimiento

Todos los participantes fueron informados del objetivo de la investigación (grupo de sancionados y controles) y su evaluación se realizó en una única sesión de trabajo de aproximadamente 25 minutos. El estudio se llevó a cabo entre febrero y abril de 2014. Todas las evaluaciones se realizaron en la mañana y para cada grupo el local de evaluación fue el mismo (centro especializado en el caso de los adolescentes con conducta antisocial y Facultad de Psicología de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas para el grupo de comparación). En cada sesión se aclararon las dudas previamente a la ejecución de la prueba y nunca durante el desarrollo de la misma. En ambos grupo se garantizó que cada participante, antes de iniciar la ejecución de las pruebas, firmara el consentimiento informado de la investigación; así como, de los tutores legales. Para la realización de las sesiones de evaluación se empleó el mismo ordenador personal. Para ello se utilizó una computadora portátil marca ASUS con monitor de 17 pulgadas, con un procesador AMD E-450 y memoria RAM de 2 GB. De esta forma se garantizó que el soporte técnico no presentara dificultad para la ejecución de la plataforma automatizada (PEBL). Además se facilitó un *mouse* para facilitar la obtención de respuestas y de esta forma evitar el uso del *touchpad*.

Variables y análisis de datos

Las variables tenidas en cuenta en el WCST fueron la cantidad de categorías alcanzadas durante los 64 ensayos, errores de perseveración cometidos, y para

el mantenimiento del criterio de respuesta y errores generales. En el caso de la torre de Hanoi se consideraron la cantidad de movimientos que necesitó cada participante para completar la tarea. Para comparar el rendimiento intergrupos se empleó la prueba *t* para muestras independientes. El nivel de significación estadística establecido para considerar la existencia de diferencias entre los grupos fue de $p < .05$. Para todas las analizadas variables se calcularon los tamaños de efecto a partir de la *d* de Cohen donde los valores de .20, .50 y .80 representan un tamaño de efecto pequeño, mediano y grande, en ese orden³⁶. Estos análisis se llevaron a cabo utilizando el IBM SPSS versión 21.

RESULTADOS

Como se muestra en la tabla 1, en cuatro de las torres presentadas se encontraron diferencias significativas en relación a la ejecución de los grupos ($p < .05$) con tamaños de efecto medianos ($d < .08$). En los cuatro ensayos mencionados los integrantes del grupo de estudio (adolescentes con conductas antisociales) necesitaron mayor cantidad de pasos para completar la tarea que se les presentaba. Este tipo de tareas (de ejecución continua) necesitan de la generación sistemática de estrategias de solución. Teniendo en cuenta que la persona evaluada se enfrenta a exigencias que varían en su grado de complejidad, se necesita que constantemente desarrolle nuevas estrategias de solución frente a las demandas novedosas. Sin embargo, los resultados preliminares obtenidos a partir la utilización de la prueba *t* sugieren que en el caso del grupo de control la ejecución mejora a lo largo del tiempo ajustándose a la cantidad de pasos óptimos para la solución de cada nueva torre presentada, a diferencia del grupo de estudio quienes logran ejecutar adecuadamente 6 de las 10 torres, pero realizan un número de pasos significativamente superior en cuatro de ellas (torres 2, 5, 8 y 10). En esta prueba el grupo de control mostró mejores habilidades en la planificación y solución de problemas que los adolescentes del grupo de estudio.

En el caso del test de cartas de Wisconsin (WCST); se encontraron diferencias muy significativas en las dimensiones de *categorías alcanzadas*, *errores de perseveración* y *errores* ($p < .001$), en el caso de los *errores de criterio* se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p < .05$) (tabla 2). Tanto la cantidad de *criterios alcanzados*, *errores perseverativos*, *errores* y de *criterio* mostraron un tamaño de efecto grande entre los grupos ($d > .80$). Las dificultades en la prueba se presentan en el grupo de estudio (GE), mientras que en el grupo de control los participantes muestran un rendimiento adecuado. De forma general los adolescentes con con-

ductas antisociales mostraron déficit en los procesos de flexibilidad mental, *reversal learning* y control inhibitorio.

Tabla 1. Resultados de la ejecución en la torre de Hanoi.

	Descriptivos (media (DE))		Prueba T		
	GC	GE	t	Sig.	d
Torre 1	5.6(2.3)	5.0(3.0)	1.026	.308	0.22
Torre 2	4.1(2.8)	6.1(3.5)	3.036	.003	0.67
Torre 3	4.4(2.3)	5.5(3.2)	1.780	.079	0.39
Torre 4	4.5(2.3)	5.1(2.6)	1.035	.303	0.22
Torre 5	3.9(2.1)	5.1(2.7)	2.396	.019	0.52
Torre 6	4.8(2.2)	5.7(3.8)	1.315	.192	0.29
Torre 7	4.6(2.3)	5.2(3.1)	1.075	.285	0.23
Torre 8	4.2(2.5)	6.1(4.1)	2.696	.008	0.59
Torre 9	5.0(2.4)	6.4(4.8)	1.702	.092	0.37
Torre 10	4.5(2.2)	6.8(4.0)	3.467	.001	0.76

G.E= grupo de estudio; G.C= grupo control.

Tabla 2. Resultados del test de cartas de Wisconsin.

	Descriptivos (media (DE))		Prueba T		
	GE	GC	t	Sig.	d
Catalc	4.4 (1.6)	5.9(.43)	5.6	.000	1.23
Errpers	14.6(10.4)	4.1(4.3)	5.9	.000	1.30
Errores	37(17.7)	16(8.6)	6.8	.000	1.50
Errcrit	1.8(1.74)	.88(1.1)	2.8	.005	0.61

G.E= grupo de estudio; G.C= grupo control; Catalc= criterios alcanzados; Errpers= errores perseverativos; Errcrit= errores de criterio.

DISCUSIÓN

Nuestra investigación presentaba como objetivo fundamental evaluar el funcionamiento ejecutivo en un grupo de adolescentes que se encuentran en centros de reeducación a causa de su comportamiento antisocial, comparándolos con un grupo con comportamiento prosocial que se encuentran en centros de educación general. En total los resultados demostraron diferencias significativas en entre los grupos, específicamente en los procesos de planificación de acciones, flexibilidad mental y aprendizajes inversos (*reversal learning*).

En el caso particular de la planificación de acciones, evaluada a través de la torre de Hanoi, se comprobó que a lo largo de la ejecución de las 10 torres el grupo de control se ajustó cada vez más a la cantidad de pasos mínimos para completar cada tarea, mientras que el grupo de sancionados necesitaba mayor cantidad de intentos, aunque finalmente completaban exitosamente

las demandas. Este patrón de ejecución pudiera sugerir que mientras el grupo de control es capaz de extrapolar los principios generales de una tarea a la siguiente y ajustarlos a las nuevas demandas, el grupo de internos interpretaba cada situación como completamente novedosa, lo cual exige la utilización de mayor cantidad de recursos de procesamiento cognitivo. No obstante, este patrón de rendimiento podría guardar relación con otras variables no controladas en la investigación, por ejemplo, la memoria de trabajo o procesos atencionales. Este resultado es coherente con las conclusiones obtenidas en un estudio en el que se empleó la torre de Londres (prueba con similitudes a la torre de Hanoi). Esta investigación encontró en una muestra de 104 participantes (con un rango de edad entre los 14 y los 18 años) con conducta antisocial dificultades en la capacidad de planificación de acciones. En general la investigación encontró una fuerte relación entre el funcionamiento ejecutivo general y el comportamiento antisocial³⁷.

En los procesos de flexibilidad mental y aprendizaje inverso (*reversal learning*) las dificultades en la prueba se presentan en el grupo con conducta antisocial (GA), mientras que en el grupo de control los participantes muestran un rendimiento adecuado. Específicamente resultan interesante las diferencias encontradas en relación a los errores perseverativos y los de criterio, obtenidos a partir de la utilización del WCST. Este resultado es consistente con otras investigaciones que han empleado esta prueba para evaluar el proceso de flexibilidad mental en poblaciones penales^{19,37-39}. Los problemas asociados al pobre rendimiento en el WCST guardan relación con comportamientos perseverativos cotidianos, mostrando incapacidad para modificar las respuestas iniciales (motoras y cognitivas) basándose en los *feedbacks* positivos o negativos asociados a las selecciones realizadas. Esta medida de funcionamiento ejecutivo activa diferentes circuitos neurales a través de las distintas etapas de la tarea. Por ejemplo, durante la primera parte del *test* se requieren un elevado uso de la memoria de trabajo, activándose las regiones dorsolaterales mediales de la corteza prefrontal, mientras que el cambio del foco atencional necesario para la flexibilidad mental, activa la corteza orbitofrontal prefrontal¹⁹.

La gran cantidad de errores perseverativos alcanzados por el grupo de estudio apuntan hacia la existencia de dificultades en el cambio de estrategias cognitivas sobre la base de contingencias obtenidas en forma de *feedback* durante la ejecución de la prueba. Partiendo del principio de ejecución exitoso del WCST los sujetos que realizan la prueba deben encontrar nuevas alternativas de solución sobre la base de la retroalimen-

tación obtenida (positiva/negativa). Cuando la retroalimentación era positiva el grupo de control mantenía el criterio de solución del problema, mientras que lo modificaba cuando el *feedback* obtenido era negativo. Esta movilidad de los procesos cognitivos apunta hacia la existencia de un aprendizaje inverso conservado en el grupo de controles, pero afectado en los sujetos sancionados.

Los resultados obtenidos en esta investigación se suman a un amplio grupo de estudios que han empleado el WCST para explorar flexibilidad mental e inhibición de respuestas en poblaciones con desórdenes conductuales. Por ejemplo se han encontrado fuertes asociaciones entre dificultades de rendimiento en el Wisconsin y la existencia de alteraciones en niños con conducta limítrofe (*borderline*)^{40,41}, psicópatas adultos⁴², y niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH)⁴³, cuyos patrones de conducta poseen ciertas similitudes con los comportamientos de inadaptación social y violación de normas.

Tanto la capacidad de planificación de acciones, como la flexibilidad mental y habilidad para el procesamiento de las contingencias en función de una modificación conductual adaptativa son cruciales en la adaptación general al ambiente^{44,45}. En este sentido los resultados a los que arribamos en esta investigación indican disfuncionalidad en la habilidad para aprender de las contingencias que aparecen durante el curso de una experiencia y que deben guiar el comportamiento futuro. En especial los adolescentes con conductas antisociales mostraron dificultades en el procesamiento del *feedback* en comparación con aquellos prosociales; asimismo, en la planificación y puesta en ejecución de estrategias de solución de problemas. Esta habilidad para aprender de las contingencias resulta alterada si se tiene en cuenta que durante la adolescencia aparece una mejoría significativa en la habilidad de corregir el comportamiento en base a las experiencias anteriores⁴⁶ elemento que sólo se evidencia en el grupo de adolescentes prosociales.

Las particularidades conductuales encontradas en el grupo de adolescentes con conducta antisocial pudieran guardar relación con alteraciones funcionales en el circuito cerebral encargado del procesamiento del *feedback*. Este circuito incluye el área motora presuplementaria (pre-SMA) y el giro cingulado anterior (CCA)^{47,48}, el córtex prefrontal dorso-lateral (CPFDL)^{49,50}, los ganglios basales^{51,52}, y el córtex parietal superior⁵⁰.

Aunque estos resultados son preliminares, se constata un patrón neuropsicológico característico en el caso de los adolescentes con conductas antisociales. Las alteraciones encontradas en tanto en la torre de Hanoi como en el *test* de cartas de Wisconsin pueden

relacionarse con los estilos desadaptativos presentes en este tipo de adolescentes en los que se muestra un patrón persistente de violación de las normas sociales y desconocimiento de la autoridad. No obstante en futuras investigaciones deben tomarse en cuenta otras variables no controladas en esta investigación como la memoria de trabajo, procesos atencionales y la sensibilidad a los castigos y las recompensas, por mencionar algunos.

Agradecimientos

Al doctor Boris C. Rodríguez-Martín por la colaboración en el análisis estadístico de los datos.

REFERENCIAS

1. Lezak MD. Neuropsychological assessment. New York: Oxford University Press. 1995.
2. Packwood S, Hodgetts HM, Tremblay S. A multiperspective approach to the conceptualization of executive functions. *J Clin Exp Neuropsych* 2011; 33(4):456-70.
3. Fuster JM. Executive frontal functions. *Exper Brain Research* 2000;133:66-70.
4. Mesulam MM. The human frontal lobes: transcending the default mode through contingent encoding, in *Principles of Frontal Lobe Function*, D.T. Stuss and R.T. Knight, Editors. Oxford University Press: New York. 2002.
5. Broomhall L. Acquired sociopathy: a neuropsychological study of executive dysfunction in violent offenders. *Psychiatry, Psychology and Law* 2005; 12(2):367-87.
6. Raaijmakers MAJ. Executive functions in preschool children with aggressive behavior: impairments in inhibitory control. *J Abnorm Child Psychol* 2008; 1(36):1097-107.
7. Greenúeld R, Valliant P. Moral reasoning, executive function, and personality in violent and non violent adult offenders. *Psychol Rep* 2007; 101:323-33.
8. Hoaken PNS, Allaby DB, Earle J. Executive cognitive functioning and the recognition of facial expressions of emotion in incarcerated violent offenders, non-violent offenders, and controls. *Aggressive Behavior* 2007; 33:412-21.
9. Baker S, Ireland JL. The link between dyslexic traits, executive functioning, impulsivity, and social self-esteem among an offender and non-offender sample. *Law Psychiatry* 2007; 30:492-503.
10. Miura H. Differences in frontal lobe function between violent and non violent conduct disorder in male adolescents. *Psychiatry Clin Neurosci* 2009; 63:161-6.
11. Roussy S, Toupin J. Behavioral inhibition deficits in juvenile psychopaths. *Aggressive Behavior* 2000; 26(6):413-24.
12. Santor DA, Ingram A, Kusumakar V. Influence of executive functioning difficulties on verbal aggression in adolescents: moderating effects of winning and losing and increasing and decreasing levels of provocation. *Aggressive Behavior* 2003; 29:475-88.
13. Willcutt EG. Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biological Psychiatry* 2005;57:1336-46.
14. Chan RCK. Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. *Arch Clin Neuropsych* 2008; 23:201-16.
15. Goel V, Pullarab SD, Grafman J. A computational model of frontal lobe dysfunction: working memory and the tower of Hanoi task. *Cognitive Science* 2001; 25:287-313.
16. Barceló F. Task switching and novelty processing activate a common neural network for cognitive control. *J Cogn Neurosc* 2006; 18:1734-48.
17. Barceló F, Knight RT. Both random and perseverative errors underlie WCST deficits in prefrontal patients. *Neuropsychologia* 2002; 40:349-56.
18. Lie CH. Using fmri to decompose the neural processes underlying the wisconsin card sorting test. *Neuroimage* 2006;30: 1038-49.
19. Monchi O. Wisconsin card sorting revisited: distinct neural circuits participating in different stages of the task identified by event-related functional magnetic resonance imaging. *The Journal of Neuroscience* 2001; 21:7733-41.
20. Berman KF. Physiological activation of a cortical network during performance of the Wisconsin card sorting test: a positron emission tomography study. *Neuropsychologia* 1995; 33:1027-46.
21. Rogers RD. Contrasting cortical and subcortical activations produced by attentional-set shifting and reversal learning in humans. *J Cogn Neurosc* 2002;12:142-62.
22. Wang L, Kakigi R, Hoshiyama M. Neural activities during wisconsin card sorting test—meg observation. *Brain Research: Cognitive Brain Research* 2001; 12:19-31.
23. Nyhus E, Barceló F. The wisconsin card sorting test and the cognitive assessment of prefrontal executive functions: a critical update. *Brain Cognition* 2009;71:437-51.
24. Grafman J. Cognitive planning deficits in patients with cerebellar atrophy. *Neurol* 1992;42(8):1493-6.
25. Mazzocco MMM, Hagerman RJ, Pennington BF. Problem solving limitations among cytogenetically expressing fragile x women. *Ame J Medical Genetics* 1992;43:78-86.
26. Roberts RJ, Hager LD, Heron C. Prefrontal cognitive processes: working memory and inhibition in the antisaccade task. *J Exper Psych General* 1994; 123(4):374-93.
27. Morris RG. Planning ability after frontal and temporal lobe lesions in humans: the effects of selection equivocation and working memory load. *Cognitive Neuropsychology* 1997;14:1007-27.
28. Goel V, Vartanian O. Dissociating the roles of right ventral lateral and dorsal lateral prefrontal cortex in generation and maintenance of hypotheses in set-shift problems. *Cereb Cortex* 2005;15(8):1170-7.
29. Newman SD. Frontal and parietal participation in problem solving in the Tower of London: fMRI and computational modeling of planning and high-level perception. *Neuropsych* 2003;41:1668-82.
30. Burgess PW. The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking. *Neuropsychol* 2000;38:848-63.
31. Feigenbaum JD, CE Polkey, RG Morris. Deficits in spatial working memory after unilateral temporal lobectomy in man. *Neuropsychol* 1996;34:163-76.
32. Muller ST, BL Piper. The psychology experiment building language (PEBL) and PEBL test battery. *J Neurosc Methods* 2014;222:250-9.
33. Flores J, F. Ostrosky. Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Rev Neuropsiq Neuropsiq Neurop* 2008; 8(1):47-58.
34. Ardila A, F. Ostrosky. Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias* 2008; 8(1):1-21.
35. Bull R, KA Espy, TE Senn. A comparison of performance on the towers of London and Hanoi in young children. *J Child Psych Psychiatry* 2004;45(4):743-54.
36. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral

-
- Sciences. 2 ed, ed. N.J. Hillsdale 1988, New York: Acad Press.
37. Syngelaki GM. Executive functioning and risky decision making in young male offenders. *Crimin Just Behavior* 2009;36: 1213-25.
 38. Blair RJR, E. Colledge, DGV Mitchell. Somatic markers and response reversal: Is there orbitofrontal cortex dysfunction in boys with psychopathic tendencies? *J Abnormal Child Psychology* 2001;29:499-511.
 39. Van-Goozen SHM. Executive functioning in children: A comparison of hospitalised ODD and ODD/ADHD children and normal controls. *J Child Psychology Psychiatry* 2004;45:284-92.
 40. Paris J. Neuropsychological factors associated with borderline pathology in children. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 1999;38: 770-4.
 41. Zelkowitz P. Diatheses and stressors in borderline pathology of childhood: The role of neuropsychological risk and trauma. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2001;40:100-5.
 42. Ishikawa SS. Autonomic stress reactivity and executive functions in successful and unsuccessful criminal psychopaths from the community. *J Abnorm Psychol* 2001;110:423-32.
 43. Pineda D. Executive dysfunctions in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Int J Neurosci* 1998;96:177-96.
 44. Diamond A. Executive functions. *Ann Rev Psych* 2013; 64(64):135-68.
 45. Zelazo PD. The dimensional change card sort (DCCS): a method of assessing executive function in children. *Nature Protocols* 2003;1(1):297-301.
 46. Tamnes CK. Performance monitoring in children and adolescents: a review of developmental changes in the error-related negativity and brain maturation. *Developmental Cognitive Neurosci* 2013;(6C):1-13.
 47. Holroyd CB. Dorsal anterior cingulate cortex shows fMRI response to internal and external error signals. *Nat Neurosci* 2004;7(5): 497-8.
 48. Mars RB. Neural dynamics of error processing in medial frontal cortex. *Neuroimage* 2005;28(4):1007-13.
 49. Lie CH. Using fMRI to decompose the neural processes underlying the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuroimage* 2006; 30(3):1038-49.
 50. Zanolie K. Separable neural mechanisms contribute to feedback processing in a rule-learning task. *Neuropsychologia* 2008; 46(1):117-26.
 51. Monchi O. Wisconsin card sorting revisited: distinct neural circuits participating in different stages of the task identified by event-related functional magnetic resonance imaging. *J Neurosci* 2001;21:7733-41.
 52. Tricomi E. Performance feedback drives caudate activation in a phonological learning task. *J Cognitive Neurosci* 2006; 18(6):1029-43.

ARTÍCULO SIN CONFLICTO
DE INTERÉS
