

Flexibilidad Cognitiva después de un Traumatismo Craneoencefálico

Maura Jazmín Ramírez Flores & Feggy Ostrosky¹
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

La flexibilidad cognitiva es la capacidad para realizar cambios entre diferentes desplegados de respuestas, ya sea de pensamientos o de acciones, en dependencia de las demandas de la situación. Al ser un proceso crucial de las funciones ejecutivas, puede ser extremadamente susceptible a daño, como en el caso del traumatismo craneoencefálico (TCE). El propósito del estudio fue evaluar el desempeño en tareas de flexibilidad cognitiva de un grupo de pacientes con TCE. Fueron evaluados 25 pacientes con TCE (Moderado=10; edad M=34.60; Severo= 15; edad: M=29.73), pareados con un grupo Control sano. Se aplicaron 4 pruebas de flexibilidad cognitiva: Fluidez verbal (verbos), Clasificación Semántica (animales), la Torre de Hanoi y la Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST). El análisis con ANOVA de una vía mostró que el grupo con TCE-Severo tuvo un desempeño menor en todas las tareas, seguido del TCE-Moderado. En general requirieron mayor tiempo para realizar las tareas, cometieron más errores perseverativos y tuvieron dificultades al cambiar de un set cognitivo a otro, esto evidencia su pobre flexibilidad cognitiva. Los hallazgos del estudio permitirán la elección de tareas de evaluación apropiadas para los pacientes con TCE, a su vez ayudará en la generación de programas de intervención cognitiva y conductual.

Palabras Clave: Traumatismo craneoencefálico, Flexibilidad Cognitiva, Fluidez verbal, Clasificación Semántica, WCST.

Cognitive Flexibility after Traumatic Brain Injury

Abstract

Cognitive flexibility is the ability to make changes between different responses, either of thought or action, depending on the demands of the situation. Like a crucial process of executive functions, can be extremely susceptible to damage as in the case of traumatic brain injury (TBI). Approximated a third of the population have a secondary brain damage due to TBI. The purpose of this study was to evaluate the performance on tasks of cognitive flexibility in a group of patients with TBI. Were evaluated 25 patients with TBI, 10 Moderate-TBI (age M = 34.60; education: M=14.70) and 15 with Severe-TBI (age: M= 29.73; education: M=13.88) matched with a healthy control group by age, sex, and education. Were applied 4 tests of cognitive flexibility: Verbal Fluency (verbs), Semantic Classification (animals), the Tower of Hanoi (3 and 4 desks) and the Wisconsin Card Sorting Test (WCST), that are included in the Battery of Executive Functions and Frontal Lobes. Analysis with one-way ANOVA to compare the three groups showed that the Severe-TBI group had a lower performance on all tasks, mainly in semantic classification and WCST, followed by TCE-Moderate, this last group had a similar performance to control group for this reason few significant statistical differences were found. Overall patients required more time to perform the tasks, made more perseverative errors and had difficulty in shifting between cognitive set, making that their performance significantly decrease, also this is evidence of a poor cognitive flexibility. In conclusion the severity of TBI are related with a poor performance on executive functions, negatively influencing in learning, to generate new strategies to solve a problem, in divided attention and the capacity to process new information. The study findings will allow the selection of appropriate assessment tasks for patients with TBI and influence on the generation of cognitive and behavioral intervention.

Key Words: Traumatic brain injury, Cognitive flexibility, Verbal fluency, Semantic classification, WCST.
Original recibido / Original received: 16/12/2011 Aceptado / Accepted: 31/03/2012

¹Correspondencia: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Rivera de Cupia 110-71, Lomas de Reforma, México D.F. 11900. Correo: feggy@servidor.unam.mx Fax: (+525) 5251-76-56.

Las funciones ejecutivas (FE) se consideran como aquellos procesos involucrados en el control consciente del pensamiento y de la acción (Luria, 1966; Mangels, Craik, Levine, Schwartz & Stuss, 2002), así los procesos ejecutivos son aquellos que permiten modular la operación de otros procesos y que son responsables de coordinar la actividad mental de manera pueda conseguirse un objetivo determinado (Smith & Kosslyn, 2008). Las FE dependen de varios circuitos neuronales siendo la corteza prefrontal el circuito central. Las FE nucleares son la flexibilidad cognitiva, la inhibición (autocontrol y autorregulación) y la memoria de trabajo (Miyake et al., 2000), las FE más complejas incluyen la solución de problemas, razonamiento y planeación (Diamond & Lee, 2011). Otros autores hacen otra distinción de las FE e incluyen: programar la actividad motora, abstracción, regulación verbal del comportamiento, reorientar la conducta de acuerdo a las consecuencias, adecuar la conducta a las normas sociales, diferenciar el reforzamiento, integración temporal de la conducta, integridad de la personalidad y la metacognición.

Una característica importante de las funciones ejecutivas es la flexibilidad mental o cognitiva, ser flexible requiere de que tengamos la habilidad para cambiar entre un set de respuestas diferentes ya sea de pensamientos o de acciones en dependencia de las demandas de la situación (Anderson, 2002; Monsell, 2003), ser flexible cognitivamente permite aprender de los errores, generar estrategias alternativas, dividir la atención y procesar la información actual (Anderson, 2002).

El traumatismo craneoencefálico (TCE) se refiere a aquella lesión sufrida por el cráneo y/o encéfalo cuando éste choca con un objeto, lo cual provoca fuerzas de impacto (golpe-contragolpe) que pueden provocar fracturas, hemorragia, hematomas, laceraciones, entre otras. Además de los efectos secundarios como es la cascada excitotóxica. Lo anterior provoca secuelas físicas y cognitivas, las cuales pueden tener consecuencias a corto o a largo plazo. Es frecuente que los pacientes tengan afectación en las FE, debido a que las zonas corticales que sustentan estos procesos son los más susceptibles a daño.

En un estudio realizado por León-Carrión et al. (1998) en el cual evaluaron a 35 personas con TCE (13 pacientes que no necesitan cirugía y 22 con tratamiento neurológico) por medio de la prueba Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST) y la Torre de Hanoi/Sevilla, encontraron que en el TCE severo se altera la ejecución en las tareas de Funciones Ejecutivas, debido a las secuelas patofisiológicas del traumatismo, a pesar de que los pacientes fueron sometidos a cirugía la ejecución no mejora. Asimismo sugieren que la Torre de Hanoi/Sevilla es una muy buena herramienta para evaluar las Funciones Ejecutivas en el TCE.

En el contexto de evaluar el plan de acción en la resolución de tareas, Shum et al. (2009) realizaron un estudio en 33 pacientes (edad= 32.52 años; escolaridad= 12.42 años) con TCE de moderado a severo, pareados por edad y escolaridad con un grupo control sano, durante la resolución de la prueba de la Torre de Londres con 4 fichas. Los resultados señalan que los pacientes tuvieron un menor desempeño en la tarea pero sólo se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en la puntuación compleja. Otros estudios no encontraron diferencias significativas entre el desempeño de los pacientes con TCE y controles cuando se

usa la torre de Londres con 3 fichas, por lo que los autores sugieren que esto se debe a la escasa complejidad de la tarea, por lo que es más recomendable utilizar la torre con 4 fichas para obtener datos confiables de la ejecución.

Por su parte, Lombardi et al. (1999) también utilizaron la prueba WCST para evaluar a pacientes con TCE. Reportan una relación inversa entre las respuestas perseverativas y el metabolismo en la corteza prefrontal dorsolateral derecha y en el núcleo caudado, en el hemisferio izquierdo. Concluyendo que esta zona de la corteza es crítica para desempeñar las tareas evaluadas con el WCST. En un estudio realizado por Levine et al. (2005), en el cual emplearon la prueba Gambling Task (prueba de juego) en 71 pacientes con TCE de leve a severo, encontrando que la prueba de juego era sensible al TCE pero no al nivel de severidad o para cuantificar la fase crónica de la atrofia. A pesar de encontrar daños mayores en pacientes con lesiones frontales, estos no eran exclusivos de esta área cerebral. Asimismo se reportó una correlación modesta con tareas de memoria de trabajo y de funciones ejecutivas.

El propósito del presente estudio es comparar la ejecución de pacientes con TCE y determinar la presencia de alteraciones en la flexibilidad mental mediante una serie de pruebas neuropsicológicas.

Método

Participantes

Se evaluaron a 25 pacientes con TCE, 10 con una lesión Moderada (edad: 34.60; escolaridad: 14.70; evolución: 25 meses; hombres=6; mujeres=4) y 15 con una lesión Severa (edad: 29.73; escolaridad: 13.88; evolución: 24 meses; hombres=12; mujeres=3), pareados con un grupo Control, que no tuviera presencia de alteraciones neurológicas o psiquiátricas, por edad, escolaridad y sexo, los datos demográficos pueden observarse en la tabla 1. De los pacientes el 64% su TCE fue debido a un accidente automovilístico (fue el conductor o copiloto), el 16% por un asalto, el 12% por una caída y el 8% debido a un atropellamiento.

Tabla 1
Datos demográficos de los pacientes con TCE y el grupo Control

Grupo	Edad		Escolaridad		Sexo		Meses de Evolución		Días en coma	
	Media	D.E.	Media	D.E.	H	M	Media	D.E.	Media	D.E.
Control (n=25)	30.8	8.9	14.4	3.2	17	8	---	---	---	---
Moderado (n=10)	34.6	14.6	14.7	2.6	6	4	25.1	41.9	1.8	2.7
Severo (n=15)	29.7	5.6	13.3	3.5	12	3	24.0	22.7	27.0	28.1
TCE	31.6	10.2	13.8	3.2	18	7	24.4	30.9	16.9	24.9

Instrumentos

La capacidad de flexibilidad cognitiva fue evaluada con pruebas de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST), Clasificación Semántica de Animales, Fluidez Verbal (Verbos) y la Torre de Hanoi (3 y 4 fichas), que están incluidas en la Batería de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (Flores, Ostrosky-Solís & Lozano, 2008a).

La WCST se ha utilizado ampliamente para valorar el funcionamiento cognitivo, debido a que permite evaluar el razonamiento abstracto y la capacidad para cambiar las estrategias cognitivas, en respuesta a contingencias ambientales cambiantes (Lezak, 1995; Periañez & Barceló, 2001), además permite evaluar la capacidad para mantener una conducta en relación a reforzamiento positivo, la capacidad para generar hipótesis de clasificación, así como la capacidad para inhibir una respuesta equivocada y evitar la tendencia a utilizarla de forma repetitiva (flexibilidad mental) (Flores, Ostrosky-Solís & Lozano, 2008b). La prueba consiste en 64 cartas que tienen una serie de figuras, con las cuales se deben hacer agrupaciones de acuerdo a tres criterios de clasificación (color, forma, número) los cuales van cambiando conforme avanza la tarea. Se califica de acuerdo al número de aciertos (categorías bien realizadas), errores (una clasificación incorrecta), perseveraciones (comisión del mismo error de clasificación), perseveraciones diferidas (realizar una clasificación errónea cometida en ensayos anteriores), errores de mantenimiento (después de por lo menos tres aciertos consecutivos se comete un error).

La clasificación semántica de animales (CSA) permite evaluar la capacidad de abstracción por medio de la generación de categorías abstractas (tipo de categorías), así como la capacidad de "productividad", por medio del número de categorías producidas y el número de elementos contenidos en cada una de ellas (Flores et al., 2008b). La calificación incluye el número de categorías (concretas, funcionales o abstractas), el total y el promedio de elementos mencionados, y el puntaje total (sumatoria del nivel de categorías abstractas, funcionales y concretas).

La fluidez verbal es una tarea ampliamente empleada para la evaluación de las FE, en particular la generación de verbos permite evaluar la capacidad para acceder al sistema lexical y a la memoria semántica, ser capaz de elegir entre las diferentes opciones de producción, además de la capacidad para realizar cambios en la generación de las palabras. Para obtener la calificación se tienen en cuenta los aciertos (verbos correctos), las perseveraciones (elementos repetidos) y las intrusiones (elementos que no sean verbos).

La Torre de Hanoi (TOH) permite evaluar la capacidad de planeación secuencial, la cual requiere de realizar diversos pasos intermedios en una secuencia (que en ocasiones contiene pasos contra-intuitivos: aparentemente aleja del objetivo planteado porque va en sentido inverso) para llegar a una meta final (Flores et al., 2008b). Se registran el número de movimientos, el tiempo requerido para concluir la tarea, y los errores cometidos ya sean por mover dos fichas a la vez o por poner una ficha pequeña debajo de una grande.

Resultados

El análisis estadístico con la prueba de ANOVA, teniendo un nivel de significancia $\leq .05$, por subprueba comparando el nivel de severidad, reveló diferencias en: Formación de categorías el total de categorías producidas $F(2,50)=6.784$, $p=.003$, el promedio de animales mencionados $F(2,50)=6.767$, $p=.001$, y la puntuación total $F(2,50)=5.250$, $p=.009$; Clasificación de Cartas de Wisconsin en los Aciertos $F(2,50)=3.930$, $p=.027$, los Errores cometidos $F(2,50)=6.707$, $p=.015$, Perseveraciones en la elección de cartas $F(2,50)=5.013$, $p=.011$, en la Perseveración del Criterio de elección $F(2,50)=6.070$, $p=.005$, y en el Tiempo de ejecución $F(2,50)=5.308$, $p=.008$; en el Total de Verbos generados $F(2,50)=6.195$, $p=.004$; en la Torre de Hanoi con 3 Fichas en el Tiempo de ejecución $F(2,50)=9.049$, $p=.001$, así como en el número de Movimientos necesarios para solucionar esta tarea con 4 Fichas $F(2,50)=3.730$, $p=.032$ y el Tiempo invertido en la solución $F(2,50)=9.030$, $p=.001$. Los resultados de las pruebas pueden observarse en la tabla 2 y las figuras 1, 2 y 3.

Tabla 2

Resultados del análisis estadístico con ANOVA de las tareas que evalúan flexibilidad cognitiva, se compararon los grupos de TCE (moderado y severo) con el grupo Control

Subpruebas	Control		Moderado		Severo		F	p	Dif
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.			
Wisconsin Card Sorting Test									
· aciertos	46.84	6.43	44.40	11.48	37.29	14.31	3.930	0.027	C vs S
· errores	11.12	4.37	8.00	2.40	7.79	3.21	4.607	0.015	C vs S
· perseveraciones	2.76	2.26	5.60	7.04	9.36	9.73	5.013	0.011	C vs S
· perseveraciones de criterio	2.80	2.29	5.10	4.77	6.93	4.55	6.070	0.005	C vs S
· tiempo	316.28	77.21	335.00	32.36	422.93	109.11	5.308	0.008	C vs S
· errores de mantenimiento	0.48	0.87	0.70	0.82	0.57	0.76	0.256	0.775	
Clasificación Semántica									
Promedio de animales									
· concretos	3.87	4.26	1.20	1.87	2.12	2.40	2.377	0.107	
· funcionales	5.33	4.35	4.33	2.30	3.20	2.58	1.547	0.226	
· abstractos	5.60	1.99	4.80	2.17	4.29	0.98	2.592	0.086	
· total de categorías	9.42	2.08	7.90	2.28	6.73	2.46	6.784	0.003	C vs S
· promedio animales	6.16	1.59	5.26	1.61	4.28	1.07	7.767	0.001	C vs S
· puntaje total	22.42	5.79	19.30	7.73	15.60	6.42	5.250	0.009	C vs S
· concretas	2.07	3.24	1.00	1.33	1.47	1.73	0.643	0.532	
· funcionales	2.27	2.12	2.10	1.29	1.67	1.91	0.406	0.669	
· abstractas	5.54	2.57	4.70	3.40	3.73	2.87	1.882	0.164	
Fluidez Verbal de Verbos									
· total	21.54	6.45	15.70	5.93	14.53	7.09	6.195	0.004	C vs S
· perseveraciones	0.79	0.93	1.10	1.60	1.27	1.71	0.606	0.550	
· intrusiones	0.04	0.20	0.00	0.00	0.40	1.12	1.787	0.179	
Torre de Hanoi 3 Fichas									
· movimientos	11.29	4.15	9.22	3.03	14.15	9.68	1.855	0.169	
· errores	0.07	0.26	0.33	0.50	0.62	0.96	2.546	0.093	
· tiempo	42.63	34.07	33.44	20.19	102.15	68.69	9.049	0.001	S vs M-C
Torre de Hanoi 4 Fichas									
· movimientos	25.79	12.42	24.67	9.92	39.27	20.80	3.730	0.032	C vs S
· Errores	0.33	0.49	1.11	2.62	2.36	4.97	1.376	0.267	
· tiempo	82.17	63.36	77.78	75.64	222.00	153.19	9.030	0.001	S vs M-C

Figura 1. Desempeño en la prueba de Clasificación de Animales en pacientes con TCE.

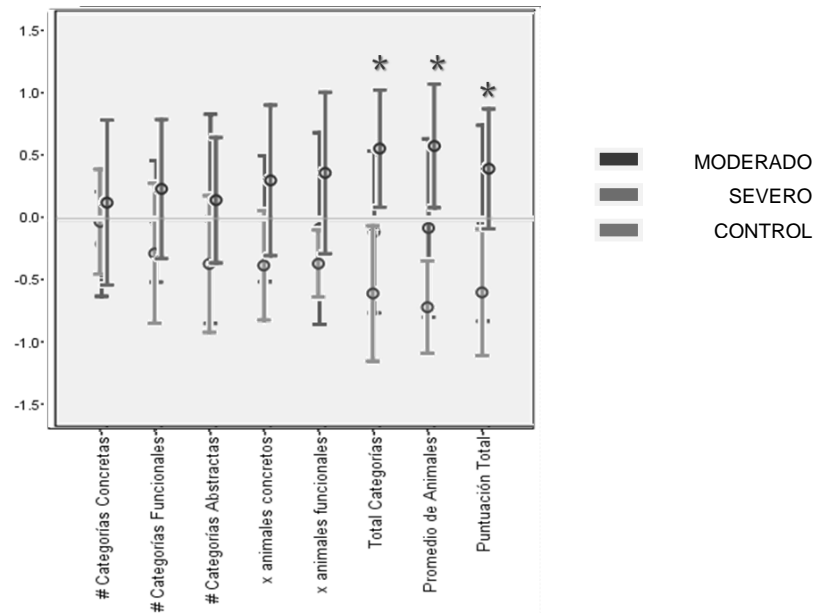


Figura 1. Se muestran las puntuaciones Z obtenidas en los subcomponentes de la prueba de Clasificación Semántica de Animales, con asterisco se señalan las diferencias estadísticas significativas.

Figura 2. Desempeño en la prueba de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST) en pacientes con TCE.

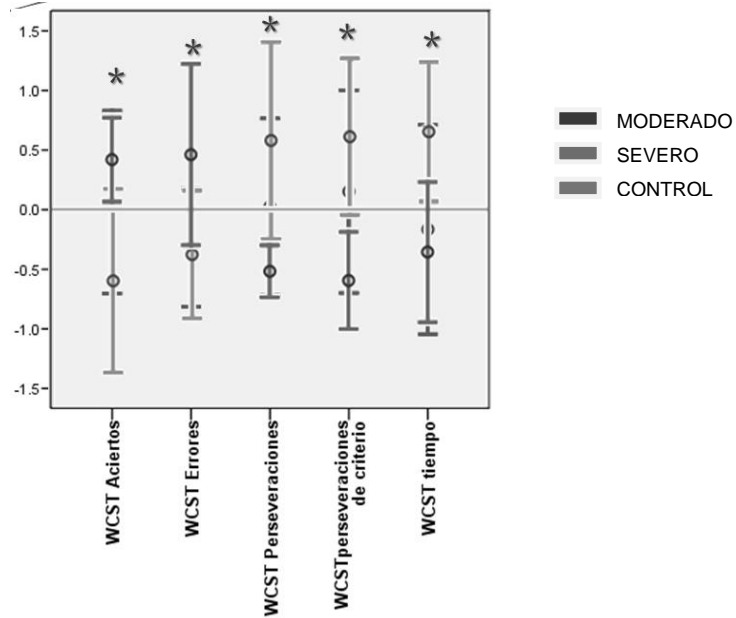


Figura 2. Se muestran las puntuaciones Z obtenidas en los subcomponentes de la prueba de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST), con asterisco se señalan las diferencias estadísticas significativas

Figura 3. Desempeño en la prueba de Fluidez de Verbos en pacientes con TCE.

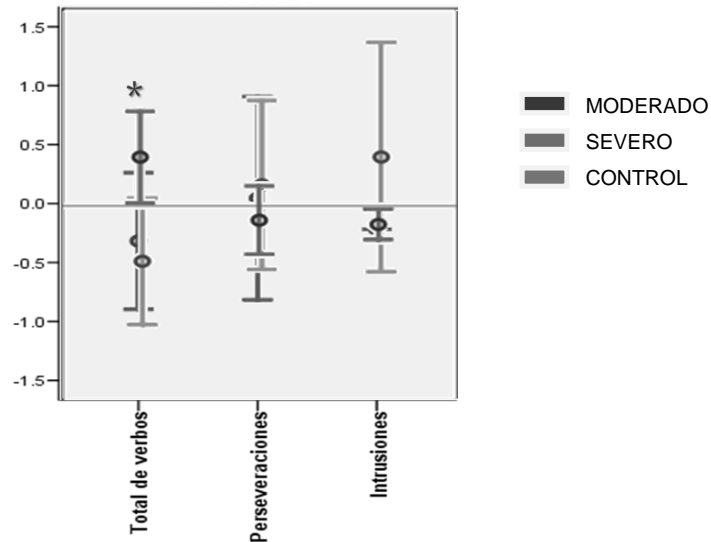


Figura 3. Se muestran las puntuaciones Z obtenidas en los subcomponentes de la prueba de Fluidez Verbal (Verbos), con asterisco se señalan las diferencias estadísticas significativas

Discusión

La flexibilidad cognitiva es un proceso relevante para el aprendizaje y la regulación del pensamiento y la acción, cuando este proceso está alterado puede provocar deficiencias en los otros procesos cognoscitivos así como en las actividades de la vida diaria. En el presente estudio se encontró que el grupo con TCE Severo, en general, realizó un menor número de aciertos, cometió más errores y tardó más tiempo en concluir las actividades, lo cual es un indicio de su pobre flexibilidad cognitiva.

En la WCST los pacientes generaron menos categorías, lo que es evidencia de la falta de adherencia a un patrón específico, ya que las clasificaciones se basan en las características específicas (p.e. el número de lados, los pares e impares), por lo que cometieron errores perseverativos, de mantenimiento y de criterio; esto a su vez hizo que aumentara el tiempo de ejecución al no encontrar el patrón de clasificación asignado. Estos resultados concuerdan con los anteriormente reportados por León-Carrión et al. (1998).

En la TOH se encontró que los pacientes, principalmente los severos, tienen una pobre capacidad de modificar su curso de acción conforme avanza la tarea, invirtiendo más tiempo y movimientos en su solución. Lo anterior concuerda con Goel, Pullara & Grafman (2001) y Miyake et al., (2000) quienes mencionan que para solucionar esta tarea se debe recurrir a la configuración del objeto actual, el cual guía al siguiente movimiento. Asimismo los datos apoyan las

observaciones de Shum et al. (2009), quienes indicaron que la Torre de Hanoi con 4 fichas es más sensible al daño después del TCE.

En la Fluidez semántica tuvieron disminución en la generación de verbos, presentaron mayores problemas en el cambio de set cognitivo, ya que podían permanecer en una sola categoría de la acción, por ejemplo en actividades realizadas en el hogar (barrer, cocinar, limpiar, etc.), o en actividades deportivas (correr, saltar, caminar, etc.). Datos similares fueron reportados por McWilliams y Schmitter-Edgecombe (2008) quienes señalan que los pacientes se centran más en las características físicas de los elementos, dificultando el acceso al concepto, más que ser un problema en la memoria semántica.

Los resultados obtenidos por el presente estudio permitirán la elección de tareas de evaluación apropiadas para los pacientes con TCE, a su vez ayudará en la generación de programas de intervención cognitiva y conductual para apoyar a los pacientes con su reinserción en las actividades sociales, académicas y laborales.

Referencias

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section C, Child Neuropsychology*, 8 (2), 71–82.
- Diamond, A. & Lee, K. (2011). Interventions Shown to Aid Executive Function Development in Children 4 to 12 Years Old. *Science*, 333, 6045, 959-964.
- Flores, L. J. C., Ostrosky-Solís, F. y Lozano, A. (2008a). Batería de funciones frontales y ejecutivas. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8,1, 141-158.
- Flores, L. J. C., Ostrosky-Solís, F. y Lozano, A. (2008b). *Batería de funciones frontales y ejecutivas*. México; Manual Moderno.
- Goel, V., Pullara, S.D. & Grafman, J. (2001). A computational model of frontal lobe dysfunction: Working memory and the Tower of Hanoi task. *Cognitive Sciences*, 25, 287–313.
- León-Carrión, J., Alarcón, J.C., Revuelta, M., Murillo-Cabezas, F., Domínguez-Roldán, J. M., Domínguez-Morales, M. R. ... Forastero, P. (1998). Executive functioning as outcome in patients after traumatic brain injury. *International Journal of Neuroscience*, 4,75-83.
- Levine, B., Black, S.E., Cheung, G., Campbell, A., O'Toole, C. & Schwartz, M. L. (2005). Gambling task performance in traumatic brain injury. Relationships to injury severity, atrophy, lesion location, and cognitive and psychosocial outcome. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 18 (1), 45-54.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Lombardi, W. J., Andreason, P. J., Sirocco, K. Y., Rio, D. E., Gross, R. E., Umhau, J. C. & Hommer, D. W. (1999). Wisconsin Card Sorting Test performance following head injury: dorsolateral fronto-striatal circuit activity predicts

- perseveration. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2 1(1), 2-16.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- Mangels, J. A., Craik, F. I., Levine, B., Schwartz, M. L. & Stuss, D. T. (2002). Effects of divided attention on episodic memory in chronic TBI: a function of severity and strategy. *Neuropsychologia*, 40 (13), 2369-2385.
- McWilliams, J. & Schmitter-Edgecombe, M. (2008). Semantic memory organization during the early stage of recovery from traumatic brain injury. *Brain Injury*, 22, 243-253
- Miyake A., Friedman N. P., Emerson M. J., Witzki A. H., Howerter A. & Wager T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41 (1), 49-100.
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends Cogn. Sci.* 7, 134–140
- Periáñez, J. A. & Barceló F. (2001). Adaptación Madrid del test de clasificación de cartas de Wisconsin: un estudio comparativo de consistencia interna. *Rev Neurol*, 33 (8), 1-8.
- Shum, D., Gill, H., Banks, M., Maujean, A., Griffin, J. & Ward, H. (2009). Planning Ability following Moderate to Severe Traumatic Brain Injury: Performance on a 4-disk Version of the Tower of London. *Brain Impairment*, 10 (3), 320-324.
- Smith, E. E. & Kosslyn, S. M. (2008). *Procesos cognitivos: modelos y bases neuronales*. España, Prentice Hall.