

# EFFECTOS DEL DESARROLLO EN LA MEMORIA DE TRABAJO Y EL APRENDIZAJE DE CATEGORÍAS EN NIÑOS

## DEVELOPMENT EFFECTS ON WORKING MEMORY AND CATEGORY LEARNING IN CHILDREN

Sánchez, Federico José<sup>1</sup>; Tabullo, Angel Javier<sup>2</sup>; Marro, Claudia<sup>3</sup>;  
Sánchez, María Laura<sup>4</sup>; Yorio, Alberto A.<sup>5</sup>; Segura, Enrique<sup>6</sup>

### RESUMEN

Se han reportado diferencias relacionadas con la edad en el desempeño de diversas tareas dependientes del lóbulo frontal, incluyendo tareas de memoria de trabajo (Luciana and Nelson, 1998; Luna et al. 2001; Bunge et al., 2002). Se han encontrado también efectos de edad y género sobre la memoria de trabajo en niños (Vuontela et. al, 2003). Además, el aprendizaje de categorías ha sido asociado con la actividad del lóbulo frontal (Dickins, 2000; Schlund 2007). El presente trabajo investigó los efectos de la edad y el género sobre la memoria de trabajo y el aprendizaje de categorías en niños de 8 a 13 años. Se encontraron efectos de edad y género sobre la memoria de trabajo, y en la tarea de aprendizaje de categorías sólo se observaron efectos de la edad. Los resultados sugieren que el desempeño de memoria de trabajo podría estar asociado con la velocidad de procesamiento en el aprendizaje de categorías.

### Palabras clave:

Aprendizaje - Relaciones de equivalencia - Memoria de trabajo.

### ABSTRACT

Age-related differences have been reported in the performance of several frontal lobe-dependent tasks, including working memory (Luciana and Nelson, 1998; Luna et al. 2001; Bunge et al., 2002). Effects of age and gender on working memory have been found in children (Vuontela et. al, 2003). On the other hand, category learning has also been associated with frontal lobe activity (Dickins, 2000; Schlund 2007). The present study addressed the effects of age and gender on working memory and category learning, in 8-13 year old children. Age and gender effects were found on the working memory task, and age effects only were observed on category learning. The results suggest that working memory performance might be associated with processing speed in the category learning task.

### Key words:

Learning - Equivalence relation - Working memory

<sup>1</sup> Sánchez, Federico José; Lic. en Psicología. Investigador UBACyT. E-mail: fedexs@flbertel.com.ar

<sup>2</sup> Tabullo, Angel Javier; idem 1

<sup>3</sup> Marro, Claudia; Lic. en Psicología, UBA. Investigadora CONICET.

<sup>4</sup> Sánchez, María Laura; Lic. en Fonoaudiología.

<sup>5</sup> Yorio, Alberto A.; Doctor en Medicina, UBA. Investigador CONICET. Director Proyectos UBACyT. Profesor Regular Titular, Cátedra de Neurofisiología, Facultad de Psicología. E-mail: albertoyorio@yahoo.com

<sup>6</sup> Segura, Enrique; Doctor en Medicina, UBA. E-mail: esegura@dna.uba.ar

## INTRODUCCIÓN

Las categorías o conceptos son definidas por Kéller y Schoenfeld (1950) como un grupo de estímulos que elicitan la misma respuesta, es decir, una clase de estímulos que ocasionan conductas comunes en un contexto dado. Un paradigma ampliamente reconocido para su estudio de aprendizaje de categorías es el de "clases de equivalencia". Las clases de equivalencias son un tipo particular de clase de estímulos porque las relaciones establecidas entre los miembros de la clase cumplen los criterios de reflexividad, simetría y transitividad de la equivalencia lógica (Sidman, 1982). El método tradicionalmente utilizado para el aprendizaje de relaciones de equivalencia es el del entrenamiento en tareas de "discriminación condicional" (el estímulo correcto depende del estímulo de muestra) mediante el procedimiento de "emparejamiento con la muestra". Este consiste en la presentación de un estímulo de muestra, seguido de dos o más estímulos de comparación, y el reforzamiento de la selección de los estímulos de comparación que emparejan con el estímulo de muestra, de acuerdo a un criterio preestablecido por el observador (de esta manera un sujeto puede ser entrenado para relacionar un estímulo A1 con un estímulo B1, en lugar de hacerlo con otro estímulo B2). Si se entrenan varias discriminaciones condicionales que comparten estímulos en común (por ejemplo el sujeto es luego entrenado para relacionar ese estímulo B1 con otro estímulo C1), en una fase siguiente de test sin refuerzo, en el comportamiento del sujeto pueden verificarse, además de las relaciones entrenadas  $A1 \rightarrow B1$  y  $B1 \rightarrow C1$ , otras relaciones que no han sido reforzadas directamente. En primer lugar, el sujeto relaciona cada estímulo consigo mismo, eligiendo A1 en presencia de A1, B1 en presencia de B1 y C1 en presencia de C1, lo que se conoce como relación de reflexividad. El sujeto también selecciona A1 en presencia de B1 y C1 en presencia de B1 (relación de simetría). Por último, el sujeto selecciona C1 en presencia de A1 (relación de transitividad) y A1 en presencia de C1 (relaciones de simetría y transitividad combinadas). Se dice entonces que los estímulos A1, B1 y C1 constituyen una clase de equivalencia, en la cual, cada elemento es sustituible por el resto, y el aprendizaje asociado a un miembro se transfiere a toda clase (ver Figura 1).

La formación de clases de equivalencia se ha propuesto como modelo del procesamiento simbólico y ha sido vinculada al lenguaje (Sidman, 1994; Horne y Lowe, 1996).

La memoria de trabajo se refiere al proceso cognitivo que nos permite mantener y manipular la información por un corto periodo de tiempo (Baddeley 1986, 1992). Este sistema juega un rol crítico en varios procesos cognitivos tales como formas complejas de aprendizaje, razonamiento, resolución de problemas, y comprensión del lenguaje. La memoria de trabajo puede ser evaluada

utilizando una tarea de "recuperación hacia atrás" (*N-back*), que consiste en responder ante los estímulos que se repiten en ensayos anteriores dentro de una serie (Raviza et al., 2004). La evaluación de la memoria de trabajo en niños de distintas edades se ha realizado también utilizando una tarea de *N-back* modificada (Vuontela et al. 2003). Los mismos autores han reportado cambios en la memoria de trabajo sugiriendo un mejor desempeño los niños de 11 a 13 años en comparación con niños de 6 a 8 años de edad.

Las relaciones de equivalencia también se ven afectadas por el desarrollo (Barnes-Holmes, Rodríguez y Whelan, 2005).

Tanto la prueba *N-back* (Vuontela et al. 2003) como el aprendizaje de Relaciones de Equivalencia (Dickins, 2000; Schlund, 2007) se han vinculado al lóbulo frontal. Diversos estudios han reportado diferencias relacionadas con la edad en varias tareas cognitivas dependientes del lóbulo frontal (Luciana y Nelson, 1998; Luna et al. 2001; Bunge et al., 2002).

No se han reportado hasta el momento investigaciones que estudien las relaciones entre la memoria de trabajo y el aprendizaje de Relaciones de Equivalencias en adultos o niños. No obstante, se ha demostrado que tanto la corteza prefrontal como el hipocampo serían necesarios para realizar inferencias transitivas a través de la memoria de trabajo (Barrouillet, 1996). Las inferencias transitivas constituyen un fenómeno de relaciones derivadas entre estímulos, con propiedades comunes a las de la equivalencia. En ambos tipos de tareas, se ha registrado activación de la corteza dorsolateral prefrontal, clásicamente implicada en procesos de memoria de trabajo (Dickins, 2005).

Tampoco se ha examinado la hipótesis de que existan diferencias madurativas en el aprendizaje de Relaciones de Equivalencia vinculadas al desarrollo de la memoria de trabajo. Es por eso que nos resultó de interés estudiar en el presente trabajo los efectos de la edad y el género sobre la memoria de trabajo y el aprendizaje de categorías lógicas en niños entre 8 y 13 años de edad.

## OBJETIVOS

1. Estudiar la influencia de la memoria de trabajo en el desempeño de la prueba de Relaciones de Equivalencia.
2. Estudiar influencia del desarrollo en el desempeño en las pruebas evaluadas.
3. Evaluar la influencia del género en el desempeño de los niños en ambas pruebas.

## SUJETOS Y MÉTODOS

Participaron del estudio 13 niños (Mujeres =6, Varones =7) con una media de  $10.5 \pm 1.6$  años de edad, de nivel socio-económico medio/alto, los padres tienen nivel educativo de secundario y/o universitario completo.

Para estimar el nivel de inteligencia de los participantes nos basamos en el desempeño que los mismos obtenían en las diferentes materias de grado (notas: entre 7 y 10). Los sujetos fueron asignados a dos grupos: Menores (8 a 10 años), en el que había 3 mujeres y 3 varones, y Mayores (11 a 13), de los cuales 3 eran mujeres y 4 varones. La memoria de trabajo se evaluó con la prueba *N-back* (Ravizza et. al., 2004) y la categorización lógica con una tarea de relaciones de equivalencia (Sidman, 1982). Esta última se realiza en dos fases (ver figura 2). En la fase de entrenamiento, los sujetos realizan una tarea de emparejamiento con la muestra (*Matching to sample* - MTS). En cada ensayo, se presenta un estímulo de muestra, seguido por un *delay* y dos estímulos de comparación. Luego de responder, los sujetos reciben un mensaje de ACIERTO o ERROR de acuerdo a si su elección es la que empareja con la muestra o no. Mediante este procedimiento, se entrenan en dos bloques de ensayos, las relaciones (de carácter arbitrario) entre los estímulos A (cuadrado, triángulo) y B (línea vertical y horizontal), y las relaciones entre estímulos B y C (letra *sigma* y *pi*). El orden de presentación de estos bloques fue contrabalanceado para que no sean asociados más unos estímulos que otros.

Luego en un tercer bloque de ensayos, se entrenan ambas relaciones en forma conjunta. El criterio de aprendizaje fue de 8 respuestas correctas en 9 ensayos.

La fase de prueba consistió en 60 ensayos, en cada uno de los cuales se presentó un estímulo de muestra seguido de un intervalo de 500 ms. y dos estímulos de comparación.

Se les da a los sujetos la instrucción de indicar el estímulo de comparación que correspondía al estímulo de muestra, presionando dos botones según se ubicación (derecha o izquierda). Los ensayos podrían ser de tres tipos: Entrenadas, Simetría o Transitividad (ver figuras 1 y 2).

En la prueba de *N-back* los sujetos tenían que presionar una tecla cuando un estímulo era el mismo que el que se repetía dos lugares antes (*2-back*) como por ejemplo: F-T-F. La prueba consistía en 5 bloques de ensayos de 12 ensayos cada uno. Los estímulos estaban separados entre sí por un *delay* (ver figura 3).

## RESULTADOS

**Prueba *N-Back*:** Se observó una correlación negativa entre la edad, el número de omisiones ( $r = -0.553^*$ ) y de errores ( $r = -0.632^*$ ); y una correlación positiva entre la edad y el número de aciertos ( $r = 0.553^*$ )

Se realizó un estadístico T-student para comparar los puntajes que obtenían en esta prueba los dos grupos de niños: Mayores y Menores. Las respuestas correctas de los Mayores fueron significativamente más rápidas que la de los Menores ( $t = 3.020$   $p = 0.012$ ). No se observaron diferencias significativas en el resto de los puntajes.

Se compararon los puntajes de acuerdo al género y se

observó que el número de aciertos de los varones fue significativamente mayor ( $t = -4.015$ ;  $p = 0.002$ ) (ver figura 4).

**Prueba Relaciones de Equivalencia:** Se compararon el porcentaje de aciertos y los tiempos de respuesta mediante un ANOVA de medidas repetidas: RELACION (entrenadas, simetría y transitividad) X GENERO (masculino, femenino) sin observarse efectos principales ni interacción.

Las mismas variables se compararon mediante un ANOVA: RELACIÓN X EDAD (mayores, menores). Se observó una interacción RELACION X EDAD en el porcentaje de aciertos ( $f(2,22) = 3.846$ ;  $p = 0.037$ ). En el grupo de los menores, el menor porcentaje de aciertos se registró en la relación de transitividad, mientras que en el grupo de los mayores no se observó esta diferencia ( $p = 0.033$ ). En los tiempos de respuesta se observó que las respuestas de los niños mayores fueron más rápidas que la de los menores si bien esta diferencia no alcanzó significación estadística ( $f(1,11) = 3.997$ ;  $p = 0.071$ ) (ver figura 5).

**Relación entre *N-back* y Relaciones de Equivalencia:**

Los sujetos fueron clasificados en dos grupos según su desempeño en la prueba de *N-back*: Alto desempeño y Bajo desempeño. Se realizaron ANOVAs comparando el porcentaje de aciertos y los tiempos de respuesta de la tarea de Relaciones de Equivalencia según el desempeño de la tarea de *N-back*. Los sujetos con mejores puntajes en memoria de trabajo tuvieron respuestas más rápidas en Relaciones de Equivalencia. Esta diferencia no alcanzó significación estadística, pero se observa una tendencia ( $f(1,11) = 3.484$ ;  $p = 0.089$ ).

El tiempo de respuesta en transitividad correlacionó positivamente con el tiempo de respuesta en los aciertos de la prueba de *N-back* ( $r = 0.723^{**}$ ) (ver figura 6).

\*  $p$  menor que 0.05

\*\*  $p$  menor que 0.01

## DISCUSIÓN

Hemos podido corroborar por los resultados obtenidos en los análisis de la prueba de *N-back*, que existe una relación directa entre el rendimiento de la memoria de trabajo mejora y la edad.

En la prueba de Relaciones de Equivalencia también se observaron diferencias en relación a la edad. Se encontraron diferencias significativas en los tiempos de reacción, siendo más rápido el grupo de los mayores, aunque los porcentajes de aciertos no fueron significativamente mejores en este grupo. No se observaron diferencias significativas en relación al género.

Por otro lado, se observan diferencias en el rendimiento de los niños menores en las diferentes relaciones derivadas. Ellos obtuvieron un menor porcentaje de aciertos en la relación transitiva. Esta diferencia disminuiría con la edad, dado que no se encuentra en el grupo de los

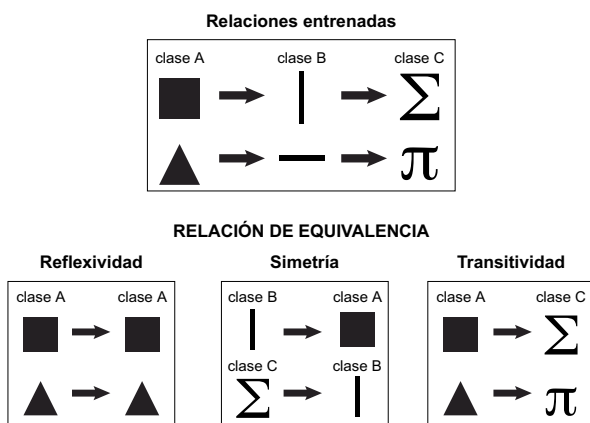
mayores. La relación transitiva es la única que exige procesar en forma simultánea dos relaciones entre estímulos: A-B y B-C. Por lo tanto, es razonable que presente mayores dificultades que las relaciones entrenadas o simetría, que requieren manipular sólo una relación (A-B y B-A, respectivamente), en sujetos con un menor desarrollo de la memoria de trabajo. Esto se corresponde con resultados reportados previamente en la literatura, que indican que la relación transitiva sería ontogenéticamente posterior a la relación simétrica: en infantes de 15 y 16 meses se ha observado la emergencia de simetría, mientras que las relaciones de transitividad fueron registradas recién en infantes de 19 a 24 meses de edad (Luciano, Barnes Holmes y Barnes-Holmes, 2001).

Encontramos además diferencias significativas en la memoria de trabajo vinculadas al género, ya que los varones de ambos grupos etáreos tuvieron un mejor desempeño que las mujeres. Esto difiere de lo observado por Vuontela et. al., donde se observan diferencias de género en el grupo de menor edad, en el que las mujeres tuvieron un mejor desempeño que los varones. Consideramos que estos resultados requieren nuevas investigaciones para su esclarecimiento.

Podemos inferir a través de los resultados obtenidos que la memoria de trabajo es necesaria para lograr un buen desempeño en categorización. Esta diferencia no llegó a observarse directamente en el desempeño de ambos grupos, pero sí en la velocidad de procesamiento y en el patrón de respuesta frente a las diferentes relaciones que constituyen las clases de equivalencia.

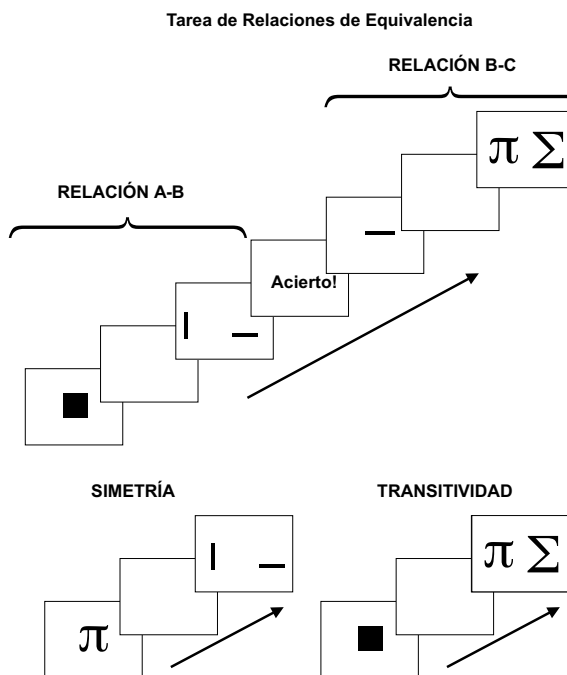
**Figura 1:**

Relaciones entrenadas: A<sub>1</sub> (cuadrado) con B<sub>1</sub> (línea vertical), y A<sub>2</sub> (triángulo) con B<sub>2</sub> (línea horizontal); B<sub>1</sub> (línea vertical) con C<sub>2</sub> (sigma), y B<sub>2</sub> (línea horizontal) con C<sub>2</sub> (pi). Relaciones derivadas: reflexividad (A<sub>1</sub>→A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>→A<sub>2</sub>), simetría (B<sub>1</sub>→A<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>→A<sub>2</sub>), y transitividad (A<sub>1</sub>→C<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>→C<sub>2</sub>).



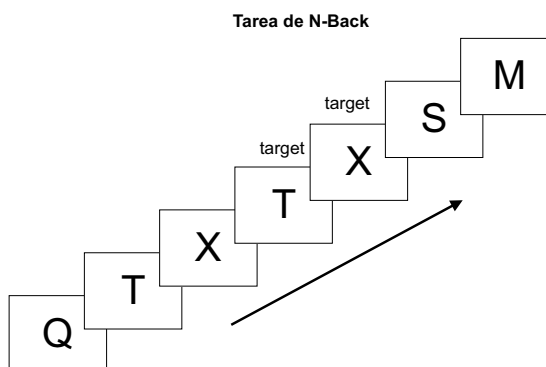
**Figura 2:**

Fase de entrenamiento (A→B, B→C Trials). Estímulo de muestra, seguido de un delay (pantalla en negro) y dos estímulos de comparación.  
 Fase de test: simetría (B→A) y equivalencia (C→A)

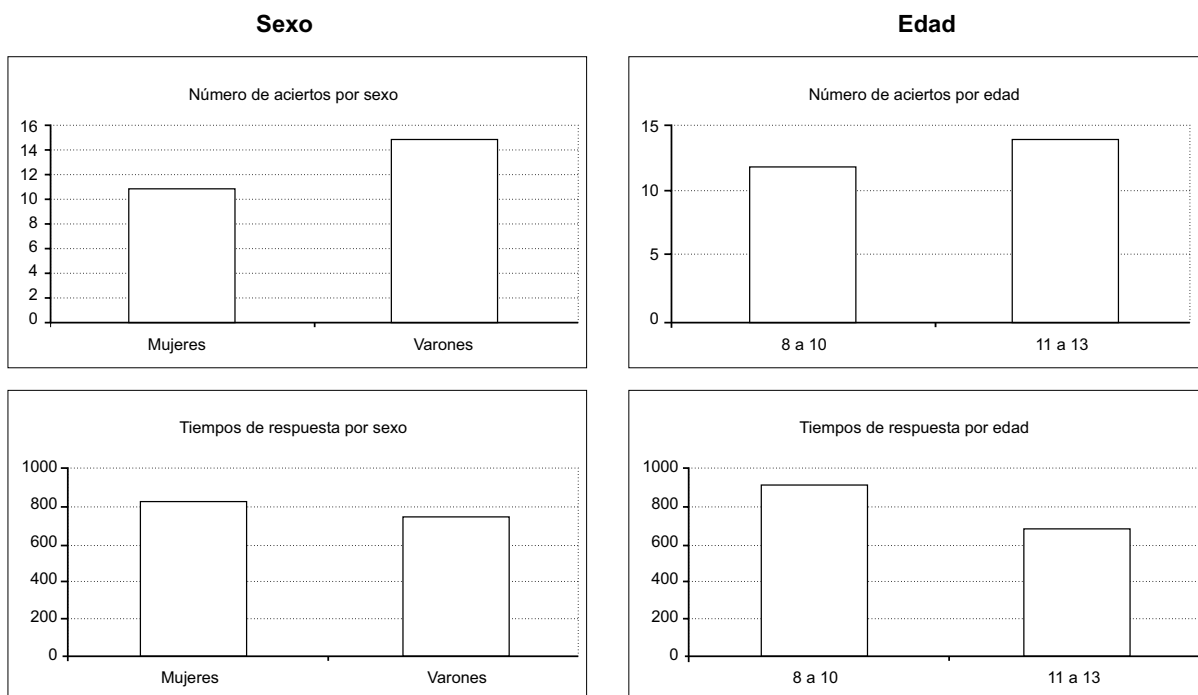


**Figura 3:**

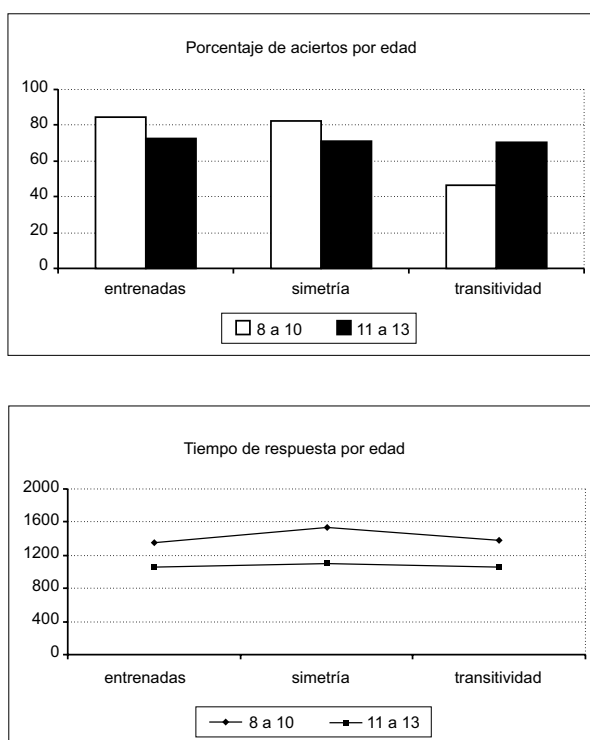
En la prueba de n-back la "n" indica la cantidad estímulos que preceden al estímulo target. En nuestro caso la prueba era de 2-back, esto significa que los sujetos tenían que presionar una tecla cuando un estímulo era el mismo que el que se repetía dos lugares antes (2-back).



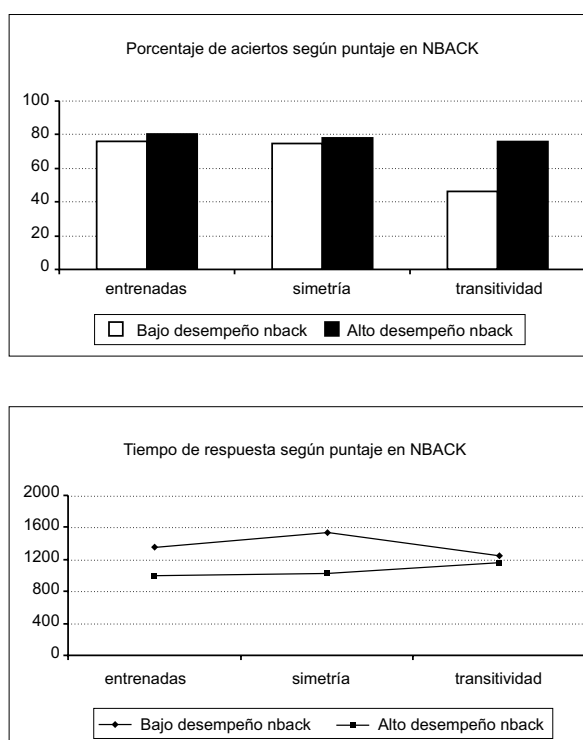
**Figura 4:** Porcentaje de aciertos y tiempos de reacción en la tarea n-back por sexo (izquierda), y por edad (derecha).



**Figura 5:** Porcentaje de aciertos y tiempos de reacción en la tarea de categorización por edad.



**Figura 6:** Porcentaje de aciertos y tiempos de reacción en categorización según desempeño en la prueba de n-back



## BIBLIOGRAFÍA

- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford psychology series No. 11. Oxford, UK: Clarendon Press.
- Barnes-Holmes, D.; Rodríguez Valverde, M. & Whelan, R. (2005). *La teoría de los marcos relacionales y el análisis experimental del lenguaje y la cognición*. Revista latinoamericana de psicología, volumen 37 (2), 255-275.
- Barrouillet, P. (1996). *Transitive inferences from set inclusion relations and working memory*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 22, 1408-1422.
- Bunge, S.A.; Dudukovic N.M.; Thomason M.E.; Vaidya C.J. & Gabrieli J.D. (2002). *Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: evidence from fMRI*. Neuron, 33:301-311.
- Dickins D.W.; Singh K.D.; Roberts, N.; Burns, P.; Downes, J.J.; Jimmieson, P. & Bentall, R.P. (2001) *An fMRI study of stimulus equivalence*. Neuroreport, 12: 405-411.
- Dickins, D.W. (2005) *On aims and methods in the neuroimaging of derived relations*. JEAB. 84, 453-483.
- Horne, P.J. & Lowe, C.F. (1996). *On the origins of naming and other symbolic behavior*. JEAB, 65: 185-241.
- Keller, F.S. & Schoenfeld, W.N. (1959/1975). Principios de psicología: Fontanella
- Luciana, M. & Nelson, C.A. (1998). *The functional emergence of prefrontally-guided memory systems in four- to eight-year-old children*. Neuropsychologia, 36, 272-293.
- Luciano, M.C. (1992). *La conducta verbal a la luz de recientes investigaciones. Su papel sobre otras conductas verbales y no verbales*. Facultad de Psicología, Universidad de Granada, Psicothema, N° 2, pp. 445-468.
- Luciano, M.C.; Barnes-Holmes, Y. & Barnes-Holmes, D. (2001). *Early verbal developmental history and equivalence relations*. International Journal of Psychology and Psychological Therapy, 1, 137-149.
- Luna B.; Thulborn K.R.; Munoz D.P.; Merriam E.P.; Garver K.E.; Minshew N.J.; Keshavan M.S.; Genovese C.R.; Eddy W.F. & Sweeney J.A. (2001). *Maturation of widely distributed brain functions subserves cognitive development*. Neuroimage, 13:786-793.
- Ravizza, S.; Delgado, M.; Chein, J.; Becker, J. & Fiez, J. (2004) *Functional dissociations within the inferior parietal cortex in verbal working memory*. NeuroImage, 22: 562-573
- Sidman, M. & Tailby, W. (1982). *Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 37, 5-22.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Author's Cooperative Inc. Publishers. Boston.
- Sidman, M. (2000). *Equivalence relations and the reinforcement contingency*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 74: 127-146.
- Schlund, M.; Hoehn-Saric, R. & Cataldo, M. (2007). *New knowledge derived from learned knowledge*. JEAB, 87, 287-307.
- Vuontela, V.; Steenari, M.; Carlson, S.; Koivisto, J.; Fjällberg, M. & Aronen, E. (2003). *Audiospatial and Visuospatial Working Memory in 6-13 Year Old School Children*. Learning & Memory, 10:74-81

Fecha de recepción: 20 de marzo de 2009

Fecha de aceptación: 15 de septiembre de 2009