

FUNCIONAMIENTO EJECUTIVO Y RENDIMIENTO MATEMÁTICO: UN ESTUDIO LONGITUDINAL

Jessica Mercader

Vicente Pinto

Rebeca Siegenthaler

M^a Jesús Presentación

Universitat Jaume I

Ana Miranda

Universidad de Valencia

Ana Badenes-Gasset

Universidad Católica de Valencia

E-mail: presenta@uji.es

<http://dx.doi.org/10.17060/ijodaep.2016.n1.v1.189>

Fecha de Recepción: 6 Enero 2016
Fecha de Admisión: 15 Febrero 2016

RESUMEN

El objetivo del presente estudio longitudinal consistió en examinar el poder predictivo de las funciones ejecutivas de inhibición y memoria de trabajo (MT) evaluadas en Educación Infantil (T1) sobre los aspectos formales e informales del rendimiento matemático en 2º de Educación Primaria (T2). La muestra inicial estuvo conformada por 209 preescolares de 5 a 6 años, de los que un 86.12 % de los sujetos volvieron a ser evaluados en el T2 (7-8 años). En el T1, se administraron seis tareas neuropsicológicas relacionadas con las funciones ejecutivas de inhibición y MT verbal y visoespacial. En el T2, se aplicó la batería TEMA-3 (Gingsburg y Baroody, 2003) para evaluar diferentes aspectos relacionados con el rendimiento matemático. Los resultados mostraron que 5 de las 6 tareas aplicadas en Educación Infantil son capaces de predecir el rendimiento matemático posterior, con un especial peso de la MT verbal. Se comentan las implicaciones de estos hallazgos para la investigación y la práctica psicoeducativa.

Palabras clave: estudio longitudinal, rendimiento matemático, memoria de trabajo, inhibición.

ABSTRACT

This longitudinal study aimed to analyze the predictive power of the executive functions of inhibition and working memory (WM) assessed at Kindergarten (T1) on the formal and informal aspects of the mathematical performance in 2nd grade of Primary School (T2). The initial sample consisted of 209 preschool children of 5-6 years old. The 86.12% of this sample was re-evaluated in the T2

(7-8 years). In the T1 six neuropsychological tasks related to the executive functions of inhibition and verbal and visuospatial WM were administered. In T2, the test TEM-3 (Ginsburg & Baroody, 2003) was used to assess different aspects of math performance. The results showed that 5 of the 6 tasks applied in kindergarten are able to predict later math achievement, with a special weight of the verbal WM function. The implications of these findings for research and practice are discussed.

Keywords: longitudinal study, math performance, working memory, inhibition.

ANTECEDENTES

El funcionamiento ejecutivo (FE) se define como un sistema de componentes, independientes pero interrelacionados, implicados en la generación, supervisión, regulación, ejecución y reajuste de conductas adecuadas para alcanzar objetivos complejos, especialmente aquellos que requieren un abordaje novedoso y creativo (Verdejo-García y Bechara, 2010). Sin embargo no siempre se ha entendido así. En sus comienzos, el constructo FE se identificaba con el ejecutivo central del modelo de MT de Baddeley (1997) y se evaluaba con tareas cuya resolución requería simultáneamente procesamiento y almacenamiento de información viso-espacial o auditivo-verbal. En esta concepción, el ejecutivo central se encargaría de distribuir los recursos atencionales del sistema, de suprimir acciones irrelevantes o información inapropiada y de seleccionar los procesos adecuados cuando se haya de efectuar más de una tarea a la vez.

Con el paso del tiempo, diferentes estudios que han realizado análisis factoriales (a partir de las pruebas utilizadas para evaluar el FE) han impulsado una conceptualización multidimensional, más amplia y compleja del constructo. Miyake et al. (2000), por ejemplo, han identificado tres componentes independientes pero, a su vez, moderadamente correlacionados. A groso modo, estos componentes coinciden con las funciones que el modelo de Baddeley (1997) otorgaba al ejecutivo central: un componente de actualización y monitorización de contenidos en la MT viso-espacial y verbal, un componente de control inhibitorio sobre conductas consideradas inapropiadas para las exigencias de la tarea y, finalmente, un componente de flexibilidad o control atencional encargado de alternar la elección y ejecución de tareas en función de las demandas cambiantes del entorno. A estas tres dimensiones se han añadido con posterioridad otros factores ejecutivos como la habilidad para planificar o tomar decisiones multitarea.

Además de su complejidad, parece que la estructura del FE posee un marcado carácter evolutivo, de forma que este constructo tiende a diferenciarse gradualmente con el paso del tiempo (Lee, Bull, y Ho, 2013; Bull y Lee, 2014). En niños menores de 5 años, el FE se ajusta bastante bien a un modelo unidimensional de un único factor latente. A partir de ese momento, la MT tiende a diferenciarse de un factor compuesto de inhibición-flexibilidad. En este sentido, una reciente revisión de Diamond (2013), sugiere que la MT y la inhibición constituyen componentes nucleares del FE en etapas educativas iniciales, siendo la base sobre la que se asientan el resto de funciones ejecutivas a lo largo del curso evolutivo.

Estudios realizados con niños y adultos han puesto de manifiesto que tanto las medidas de MT verbal y viso-espacial como las de inhibición tienen relaciones significativas con el aprendizaje escolar en general y con el matemático en especial (Bull y Scerif, 2001; Espy et al., 2004; Raghobar, Barnes, y Hecht, 2010). La revisión de Bull y Lee (2014), de más de veinte estudios publicados a partir de 2001 con muestras de Educación Infantil y Primaria, destaca dos conclusiones generales. En primer lugar, que la mayoría de esos estudios señalan como mejor predictor de rendimiento matemático las medidas de MT, siendo las de inhibición y flexibilidad cognitiva mucho menos concluyentes. En segundo lugar, que la afirmación anterior se puede aplicar a todas las habilidades matemáticas iniciales (i.e. numeración, cálculo, solución de problemas verbales, rendimiento escolar total). Los autores concluyen que son necesarios más estudios que concreten la influencia que

las funciones ejecutivas evaluadas en edades tempranas tienen sobre el rendimiento matemático posterior. Asimismo, es necesario identificar qué componentes concretos de cada una de las funciones ejecutivas tienen más peso sobre los distintos aspectos específicos del rendimiento matemático.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo consistió en examinar el poder predictivo de las funciones ejecutivas de inhibición y MT (verbal y viso-espacial) evaluadas en Educación Infantil (T1) sobre distintos aspectos formales e informales del rendimiento matemático en 2º de Educación Primaria (T2).

PARTICIPANTES

La muestra inicial estuvo conformada por 209 preescolares (52.2% varones; 47.8% niñas) de 5 y 6 años (Media = 70.02 meses; DT = 3.61 meses). Todos los sujetos tenían una media de CI entre 70 y 130 (Media = 98.63; DT = 12.23; rango 70-126) y no presentaban deficiencias sensoriales graves, anomalías neurobiológicas, trastornos psicológicos o privación socio-cultural. El 88% de los participantes tenía nacionalidad española, siendo el resto provenientes de otros países. Todos los sujetos hablaban y comprendían el español, independientemente de su nacionalidad. El 63.6 % de niños asistían a centros públicos y el 36.4 % a colegios concertados.

Dos años después, se realizó la evaluación de seguimiento, en la que participaron 180 sujetos (86.6% de la muestra inicial). No se encontraron diferencias entre los sujetos que formaron parte de la muestra en el T2 y aquellos que se perdieron en las variables fundamentales para el estudio, evitando así que los datos resultantes de la presente investigación estuvieran sesgados por la pérdida longitudinal. Los participantes presentaban en esta fase edades comprendidas entre los 7 y los 8 años (Media = 94.16 meses; DT = 3.78 meses). El 51.1% de los sujetos de la muestra final eran varones, siendo el 48.9% niñas. El 87.8% poseía nacionalidad española. En cuanto a la titularidad de los centros, el 65% de los sujetos asistía a centros públicos, frente al 35% que pertenecía a colegios concertados. El 19.1% de los participantes asistía a sesiones con especialistas en los respectivos centros escolares en el T2: Apoyo Educativo (7.7%), Educación Compensatoria (1.9%), Pedagogía Terapéutica (3.3%), Audición y Lenguaje (3.8%) y tratamiento combinado (2.4%).

MÉTODO

Instrumentos

Medidas neuropsicológicas de FE (T1)

Inhibición. Se utilizó la tarea de Stroop Sol-Luna (Archibald y Kerns, 1999) para evaluar la inhibición a través de estímulos visuales. Este test consta de dos condiciones. En la condición congruente, se muestra a los sujetos una página con 30 imágenes de soles y lunas dispuestas al azar en filas y columnas. Los sujetos tienen que responder "sol" a las imágenes con soles y "luna" a las imágenes con lunas tan rápido como puedan durante 45 segundos. En la condición incongruente, se pide a los sujetos que respondan "sol" cuando el evaluador señale una luna, y "luna" cuando marque sol. La tarea presenta un elevado nivel de fiabilidad, con puntuaciones test-retest de .91 para la condición incongruente (Archibald y Kerns, 1999). Para evaluar la inhibición con estímulos auditivos se utilizó el Test de Golpeteo (Luria, 1966). Consta igualmente de dos condiciones con 12 ensayos cada una. En la primera, el niño debe replicar el mismo número de golpes que el evaluador da bajo la mesa (1 ó 2). Después, el niño debe hacer lo contrario. Se ha constatado la fiabilidad de la tarea en .87 (Diamond y Taylor, 1996). En ambas pruebas se ha utilizado como medida de interferencia la suma de los ensayos correctos de la condición incongruente.

MT verbal. Para evaluar la MT verbal se aplicaron igualmente dos tareas. En la tarea de Dígitos Inversos (Pickering, Baqués, y Gathercole, 1999) se presentan series de 2 a 9 dígitos (4 ensayos cada una). La tarea consiste en repetir, en orden inverso, la secuencia que el evaluador presenta oralmente. Por otra parte, la tarea de Conteo (Siegel y Ryan, 1989) consta de 3 niveles (2 a 4 cartas) con 4 ensayos cada uno. En cada carta aparecen puntos azules y amarillos dispuestos aleatoriamente. El sujeto tiene que decir el número de puntos azules de cada carta y recordarlos en el orden correcto una vez concluido cada ensayo. La fiabilidad test-retest se ha fijado en .64 (Alloway, Gathercole, y Pickering, 2006) y .62 (Gathercole, Pickering, Ambridge, y Wearing, 2004) respectivamente.

MT viso-espacial. Para evaluar la MT viso-espacial se administraron igualmente las tarea Odd-One-Out (Henry y MacLean, 2003) y el test de Memoria de Laberintos (Pickering, et al., 1999). La primera prueba consta de 6 niveles (1-6 filas), con 4 ensayos cada uno. Cada fila consta de 3 figuras debiéndose señalar la diferente. Al final de cada ensayo el niño debe recordar la localización de cada figura diferente en el orden correcto, señalando su posición (izquierda/centro/derecha). En el test de Memoria de Laberintos, se presentan 12 laberintos con rutas preestablecidas de 3 niveles de dificultad. La tarea del niño consiste en trazar las mismas rutas en laberintos idénticos en blanco. La fiabilidad test-retest se ha fijado en .81 para ambas tareas (Alloway et al., 2006). En todas las pruebas de MT, se tomaron para los análisis los ensayos correctos.

Rendimiento matemático (T2)

Para evaluar el rendimiento matemático en Educación Primaria, se administró el Test de Competencia Matemática Básica (TEMA-3; Gingsburg y Baroody, 2003). Se trata de una prueba estandarizada dirigida a sujetos entre 3 años y 8 años y 11 meses cuyo objetivo es identificar fortalezas y debilidades específicas en la competencia matemática. Se compone de 72 ítems que valoran diferentes aspectos de la competencia matemática infantil. Así, la prueba contempla tanto aspectos informales (aquellos que no requieren el uso de símbolos matemáticos escritos), que son evaluados mediante 81 ítems, como aspectos formales (actividades que implican el uso de símbolos matemáticos), que se engloban en 31 ítems. Todos ellos se recogen en 8 dimensiones agrupadas en siguientes subescalas: a) habilidades informales: numeración, comparación, cálculo y conceptos; b) habilidades formales: convencionalismos, hechos numéricos, caculo y conceptos. La baremación española de la prueba cuenta con elevados índices de fiabilidad y validez (Núñez y Lozano, 2007). Para el presente estudio, se utilizaron las puntuaciones directas en cada una de las subescalas y la puntuación total.

Procedimiento

Tras obtener los permisos de las autoridades pertinentes para llevar a cabo la investigación, se contactó con los centros educativos solicitando su participación. Con la finalidad de abarcar un amplio número de centros, se seleccionaron 6 alumnos por aula al azar mediante la técnica del muestreo aleatorio simple. Posteriormente, se obtuvo consentimiento por escrito para la participación en la investigación por parte de las familias.

La evaluación fue llevada a cabo por profesionales del equipo de investigación familiarizados con la aplicación y corrección de los test. La administración de las pruebas se produjo en horario lectivo sin interferir con las actividades significativas del currículum, en espacios cedidos por los centros escolares que reunían las condiciones de ventilación, aislamiento e iluminación óptimas para la evaluación psicopedagógica. En el T1, se aplicaron las tareas neuropsicológicas de FE, en dos sesiones individuales de 30 minutos de duración aproximada. Dos cursos escolares después, se volvió a los colegios donde se administró la prueba estandarizada TEMA-3 a los mismos sujetos, de forma individual y en una sesión de 30 minutos.

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron con el software Statistical Package for the Social Science (SPSS), versión 22.00 (SPSS Inc., Chicago, IL USA). Se realizaron distintos análisis de regresión lineal múltiple por el método de pasos sucesivos. Se introdujeron como predictores las puntuaciones directas de ensayos correctos en las tareas neuropsicológicas de inhibición (Stroop Sol-luna, Test de Golpeteo), MT verbal (Dígitos Inversos y Test de Conteo) y MT viso-espacial (Odd-one-out y Laberintos). Como variables dependientes, se utilizaron las puntuaciones directas en las 8 subescalas del test TEMA-3, así como la puntuación total de aciertos.

RESULTADOS

Las tareas de Conteo ($R^2 = .239, p < .001$), Golpeteo ($R^2 = .057, p < .001$) y Odd-one-out ($R^2 = .046, p = .001$) predijeron el 40% de la varianza de la puntuación total de rendimiento matemático obtenida en el test TEMA-3 (véase Tabla 1).

Tabla 1
Análisis de regresión de las tareas neuropsicológicas de funcionamiento ejecutivo (T1)
sobre la PD total de rendimiento matemático (T2).

	F	R^2	ΔR^2	Beta
TEMA-3: Total rendimiento matemático				
MT-Verbal: Conteo			.308	.344
Inhibición: Golpeteo	39.12**	.400	.060	.276
MT-Visoespacial: Odd-one-out			.032	.197

Nota: *** $p < .001$; * $p < .05$; MT = Memoria de Trabajo

Respecto a los aspectos informales del rendimiento matemático (véase Tabla 2), la habilidad de numeración fue predicha en un 22.9 % por las tareas de Conteo ($R^2 = .172, p < .001$) y Golpeteo ($R^2 = .057, p < .001$). Estas mismas tareas predijeron el 29.7% de la varianza del conocimiento informal de conceptos (Conteo, $R^2 = .253, p < .001$; Golpeteo, $R^2 = .044, p = .001$). En el caso de la variable comparación, las pruebas de Conteo ($R^2 = .144, p < .001$), Sol-luna ($R^2 = .054, p = .001$), Golpeteo ($R^2 = .019, p = .011$) y Odd-one-out ($R^2 = .019, p = .046$) resultaron predictores significativos, explicando en su conjunto el 23.5% de la varianza. Finalmente, los test de Conteo ($R^2 = .211, p < .001$), Odd-one-out ($R^2 = .040, p = .002$) y Golpeteo ($R^2 = .025, p = .015$) predijeron el 27.6% de la varianza en tareas de cálculo informal.

FUNCIONAMIENTO EJECUTIVO Y RENDIMIENTO MATEMÁTICO: UN ESTUDIO LONGITUDINAL

Tabla 2.
Análisis de regresión de las competencias matemáticas básicas (T1) sobre las habilidades informales de rendimiento matemático (T2).

	F	R ²	ΔR ²	Beta
TEMA-3: Habilidades informales				
Numeración				
MT-Verbal: Conteo	26.29**	.229	.172	.290
Inhibición: Golpeteo			.057	.269
Comparación				
MT-Verbal: Conteo	13.42**	.235	.144	.147
Inhibición: Sol-luna			.054	.202
Inhibición: Golpeteo			.019	.162
MT-Visoespacial: Odd-one-out			.018	.147
Cálculo				
MT-Verbal: Conteo	22.40**	.276	.211	.284
MT-Visoespacial: Odd-one-out			.040	.220
Inhibición: Golpeteo			.025	.179
Conceptos				
MT-Verbal: Conteo	37.43**	.297	.253	.393
Inhibición: Golpeteo			.044	.237

Nota; ** $p < .001$; * $p < .05$; MT = Memoria de Trabajo

Tabla 3.
Análisis de regresión de las tareas neuropsicológicas de funcionamiento ejecutivo (T1) sobre las habilidades formales de rendimiento matemático (T2).

	F	R ²	ΔR ²	Beta
TEMA-3: Habilidades formales				
Convencionalismos				
Inhibición: Golpeteo	20.69**	.261	.193	.318
MT-Verbal: Conteo			.051	.196
MT-Visoespacial: Odd-one-out			.017	.144
Hechos numéricos				
MT-Verbal: Conteo	39.95**	.331	.255	.381
Inhibición: Golpeteo			.056	.267
Cálculo				
MT-Verbal: Conteo	21.69**	.331	.250	.291
Inhibición: Sol-luna			.040	.162
Inhibición: Golpeteo			.022	.176
MT-Visoespacial: Odd-one-out			.019	.153
Conceptos				
MT-Verbal: Conteo	32.96**	.271	.220	.364
MT-Visoespacial: Odd-one-out			.052	.250

Nota; ** $p < .001$; * $p < .05$; MT = Memoria de Trabajo

En lo referente a las habilidades formales (véase Tabla 3), el manejo de convencionalismos fue predicho por los test de Golpeteo ($R^2 = .193$, $p < .001$), Conteo ($R^2 = .051$, $p = .001$) y Odd-one-out ($R^2 = .017$, $p = .046$), explicando en su conjunto el 26.1% de la varianza. Las tareas de Conteo ($R^2 = .255$, $p < .001$) y Golpeteo ($R^2 = .056$, $p < .001$) resultaron predictores significativos de la habilidad de recuperación de hechos numéricos, explicando 31.1% de su varianza. Este mismo porcentaje de varianza fue predicho por las tareas de Conteo ($R^2 = .250$, $p < .001$), Sol-luna ($R^2 = .040$, $p = .002$), Golpeteo ($R^2 = .022$, $p = .018$) y Odd-one-out ($R^2 = .019$, $p = .026$) en el modelo estimado para la ejecución ante tareas de cálculo formal. Un 27.1% de la varianza del conocimiento de conceptos de formales fue predicho por las pruebas de Conteo ($R^2 = .220$, $p < .001$) y Odd-one-out ($R^2 = .052$, $p = .001$).

CONCLUSIONES

El presente estudio ha analizado el poder predictivo de las funciones ejecutivas de inhibición y MT (verbal y viso-espacial) evaluadas en Educación Infantil sobre distintos aspectos formales e informales del rendimiento matemático en 2º de Educación Primaria.

En la línea de trabajos anteriores, los resultados obtenidos muestran que el FE temprano posee un papel importante para el rendimiento matemático posterior (Bull y Scerif, 2001; Espy et al., 2004; Raghobar, et al., 2010). Adicionalmente, evidencian que el peso del FE es ligeramente superior en las tareas matemáticas formales, que necesitan del conocimiento y uso de los símbolos matemáticos para su ejecución, que en las informales.

En lo que se refiere a la influencia de las diferentes funciones ejecutivas analizadas, los resultados muestran que la MT, en comparación con la inhibición, tiene un peso especialmente importante sobre el rendimiento matemático posterior. Estos hallazgos coinciden con los obtenidos en la revisión realizada por Bull y Lee (2014), donde se reconoce la importancia de la capacidad de actualización y monitorización de contenidos para el aprendizaje matemático. Sin embargo, los resultados del presente estudio no son coincidentes con estos autores en que dicha afirmación es aplicable con independencia del tipo de habilidad matemática que se trata de predecir. Los hallazgos obtenidos en este trabajo evidencian que, pese a que la influencia de la MT es superior en la mayor parte de habilidades específicas analizadas, la inhibición evaluada mediante estímulos auditivos muestra una mayor contribución a la ejecución de tareas de lectura y escritura de números arábigos (convencionalismos). Este resultado sugiere una especificidad de la influencia de las distintas funciones ejecutivas supeditada, no sólo al tipo de conocimiento (formal o informal), sino también al tipo de tarea matemática que se presenta.

Los hallazgos ponen de manifiesto también que, en el periodo de edad analizado, es el componente verbal de la MT el que parece tener más implicaciones en el rendimiento matemático, tal y como apuntan trabajos anteriores realizados con muestras de mayor edad (Holmes y Adams, 2006; Passolunghi y Cornoldi, 2008). Respecto al componente viso-espacial, en la línea de un estudio con adolescentes realizado por Kyttälä y Lehto (2008), parece que es únicamente la tarea que requiere una respuesta de tipo estático (relacionadas con la forma, el tamaño y la localización de los estímulos) la que aporta una contribución adicional, aunque menor, a la explicación de la ejecución matemática posterior.

Por otra parte, cabe destacar que la función ejecutiva de inhibición ha resultado ser un predictor adicional a la explicación del rendimiento matemático en 2º de Educación Primaria, siendo su peso similar en aspectos formales e informales. Estos resultados se encuentran en la línea de distintos trabajos que han evidenciado la importancia de la capacidad para inhibir comportamientos o respuestas inadecuadas a las exigencias de la tarea para el rendimiento matemático (Bull y Scerif, 2001; Espy et al., 2004).

El conjunto de estos hallazgos respaldan, en la línea de los planteamientos teóricos actuales (Miyake et al., 2000; Verdejo-García y Bechara, 2010) y estudios que reconocen la diferenciación evolutiva de las distintas funciones ejecutivas (Lee, Bull, y Ho, 2013; Bull y Lee, 2014), la existencia de distintos componentes dentro del constructo de FE a partir de los 5-6 años, con una influencia diferencial de la MT y la inhibición en el aprendizaje matemático.

Respecto a las limitaciones del trabajo, futuras investigaciones deberían incorporar otras FE cuya relación con el rendimiento matemático ha sido demostrada con muestras de niños de mayor edad (i.e. flexibilidad cognitiva, planificación). También deberían analizarse otros componentes del FE, como la regulación emocional, que diferentes autores han identificado como “funciones ejecutivas calientes” (Zelazo y Müller, 2002). En lo referente a los instrumentos de evaluación, sería interesante que futuros estudios se sirvieran de escalas de estimación con el objetivo de determinar si el componente conductual del FE temprano también posee una influencia sobre el rendimiento matemático.

Por último, del presente estudio se desprenden distintas implicaciones para la investigación y la práctica psicoeducativa. Respecto a la investigación, cabe destacar la importancia de incorporar modelos multi-factoriales de FE en la explicación del rendimiento matemático a partir de los 5 años. En lo que se refiere a la práctica, se resalta la importancia de incorporar, desde Educación Infantil, actividades transversales que tengan como objetivo potenciar las funciones ejecutivas de MT e inhibición, dada su influencia en el rendimiento matemático posterior. Todo ello podría poseer un carácter preventivo hacia la aparición de futuras dificultades.

REFERENCIAS

- Alloway, T., Gathercole, S., y Pickering, S. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77(6), 1698-1716. doi: 10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x
- Archibald, S. J., y Kerns, K. A. (1999). Identification and description of new tests of executive functioning in children. *Child Neuropsychology*, 5, 115-129. doi: 10.1076/chin.5.2.115.3167
- Baddeley, A. D. (1997). *Human memory: Theory and practice*. Psychology Press.
- Bull, R. y Lee, K. (2014). Executive Functioning and Mathematics Achievement. *Child Development Perspectives*, 1 (8), 36-41. doi:10.1111/cdep.12059
- Bull, R., y Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental neuropsychology*, 19(3), 273-293. doi: 10.1207/s15326942dn1903_3
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Diamond, A., y Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control: Development of the abilities to remember what I said and to “Do as I say, not as I do”. *Developmental psychobiology*, 29(4), 315-334. doi: 10.1002/(sici)1098-2302(199605)29:4<315::aid-dev2>3.3.co;2-c
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., y Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematical skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 465-486. doi: 10.1207/s15326942dn2601_6
- Gathercole, S., Pickering, S., Ambridge, B., y Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177-190. doi: 10.1037/0012-1649.40.2.177
- Ginsburg, H. y Baroody, A. (2003). TEMA-3; *Test de Competencia Matemática Básica*. Madrid: TEA.
- Henry, L., y MacLean, M. (2003) Relationships between working memory, expressive vocabulary and arithmetical reasoning in children with and without intellectual disabilities. *Educational and*

- Child Psychology*, 20(3), 51-63.
- Holmes, J., y Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26(3), 339-366. doi: 10.1080/01443410500341056
- IBM Corp. Released 2014. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Chicago, ILL: IBM Corp.
- Kyttälä, M., y Lehto, J. (2008). Some factors underlying mathematical performance: The role of visuospatial working memory and non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education*, 22(1), 77-94. doi: 10.1007/bf03173141
- Lee, K., Bull, R., y Ho, R. M. H. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development*, 84, 1933-1953. doi: 10.1111/cdev.12096
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, H.A., Howerter, A. y 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, 49-100. doi: 10.1006/cogp.1999.0734
- Passolunghi, M. C., y Cornoldi, C. (2008). Working memory failures in children with arithmetical difficulties. *Child Neuropsychology*, 14(5), 387-400. doi: 10.1080/09297040701566662
- Pickering, S., Baqués, J., y Gathercole, S. (1999). *Batería de tests de memoria de trabajo*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., y Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual differences, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20, 110-122. doi: 10.1016/j.lindif.2009.10.005
- Siegel, L. S., y Ryan, E. B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60(4), 973-980. doi: 10.1111/j.1467-8624.1989.tb03528.x
- Verdejo-García, A. y Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema* 22 (2), 227-235.
- Zelazo, P. D., y Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445-469), Oxford, England: Blackwell.

FINANCIACIÓN:

El presente trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España (EDU2012-37452) y la Universitat Jaume I de Castellón (beca pre-doctoral; 2I005-PRE-DOC/2013/34).

