



PROCESAMIENTO COGNITIVO Y LOGRO ARITMÉTICO

Valentín Iglesias-Sarmiento¹, Sonia Alfonso Gil¹, Fernando Tellado González² y Manuel Deaño-Deaño³

1 Profesor/a Invitado/a, 2 Profesor Titular, 3 Catedrático de Universidad
Facultad de Ciencias de Educación de Ourense. Universidad de Vigo

Valentín Iglesias Sarmiento. Departamento de Psicología Evolutiva y Comunicación.
Facultad de Ciencias de Educación. Campus As Lagoas s/n, 32004, Ourense (España).
Teléfono: (+34) 988387167. E-mail: visarmiento@uvigo.es.

Fecha de recepción: 9 de enero de 2012

Fecha de admisión: 15 de marzo de 2012

RESUMEN

Esta investigación analizó la relación entre el funcionamiento cognitivo y el logro aritmético de 114 alumnos españoles de 4º, 5º y 6º curso. Con este fin se evaluó, a finales del curso escolar, el logro aritmético, el rendimiento en la memoria verbal y en los procesos cognitivos PASS planificación, atención, procesamiento simultáneo y sucesivo. Los análisis correlacionales mostraron que el lazo fonológico, el procesamiento sucesivo y el simultáneo se relacionaron con el logro aritmético en los tres niveles educativos. El análisis de regresión señaló al simultáneo como predictor cognitivo del rendimiento aritmético, aunque el lazo fonológico también se asoció a un mayor logro. Estos resultados demostraron que, de entre todas las variables analizadas en este estudio, el procesamiento simultáneo fue el mejor predictor del rendimiento aritmético.

Palabras Clave: Procesamiento Cognitivo, Logro Aritmético, Memoria Verbal, Planificación, Atención, Procesamiento Sucesivo, Procesamiento Simultáneo.

COGNITIVE PROCESSING AND ARITHMETIC ACHIEVEMENT

This research examined the relationship between cognitive functioning and arithmetic achievement of 114 Spanish students of 4th, 5th and 6th grade. For this purpose was evaluated at the end of the school, arithmetic achievement, performance on verbal memory and PASS cognitive processes, planning, attention, simultaneous and successive processing. Correlational analyzes showed that the phonological loop, the successive and simultaneous processing related to arithmetic achievement in three educational levels. Regression analysis indicated the simultaneous as a cognitive predictor of performance arithmetic, although the phonological loop was also associated with higher achievement. These results showed that among all the variables analyzed in this study, simultaneous processing was the best predictor of arithmetical performance.

Keywords: Cognitive Processing, Achievement Arithmetic, Verbal Memory, Planning, Attention, Successive Processing, Simultaneous Processing.



PROCESAMIENTO COGNITIVO Y LOGRO ARITMÉTICO

INTRODUCCIÓN

El área curricular de las matemáticas aglutina un elevado porcentaje de fracaso escolar y algunas publicaciones de amplia repercusión en el ámbito internacional han situado la prevalencia de la dificultad entre el 3,6% y el 9,8% (véase Shalev, 2007 para revisión). Estos porcentajes suelen incrementarse por países. Así, por ejemplo, el Programme for International Student Assessment (PISA) 2009 (OECD, 2010), ha revelado que en el caso español, el 9,1% de los participantes no alcanzaba siquiera el nivel mínimo.

En base a la preocupación suscitada por los anteriores datos, la literatura cognitiva reciente ha concentrado sus investigaciones en torno a los mecanismos cognitivos subyacentes al déficit aritmético. Existen dos posiciones encontradas, aunque en la actualidad distintos autores (Geary, Bailey, Littlefield, Wood, Hoard y Nugent, 2009; Passolunghi, Vercelloni y Schadee, 2007) han optado por una postura comprensiva. Así se ha propuesto un marco interpretativo para el estudio de las disfunciones numéricas, cuyo desarrollo es considerado función de la mejor comprensión del número y de la habilidad creciente para manipularlo (Butterworth, 2005). En este contexto han realizado su aportación (von Aster y Shalev, 2007) para la comprensión de la disfunción numérica y su utilidad para la comprensión del desarrollo de las habilidades cognitivas. La perspectiva teórica, asumida en este estudio, se ha centrado en analizar las relaciones entre la aritmética y distintos mecanismos cognitivos básicos.

Das, Naglieri y Kirby (1994), desde un enfoque de procesamiento cognitivo, ampliaron la conceptualización de la inteligencia basada en el CI, dada su limitación para hacer frente a la identificación de las dificultades de aprendizaje y a la intervención. La redefinieron en función de cuatro procesos psicológicos básicos Planificación, Atención, Simultáneo y Sucesivo (PASS). La planificación según Das et al. (1994) es el proceso por el cual el individuo determina, selecciona, aplica supervisa y evalúa posibles soluciones a los problemas, autorregulando su actuación para lograr el objetivo deseado. El proceso de atención permite que el individuo realice una actividad cognitiva focalizada, sostenida en el tiempo y selectiva centrándose en unos estímulos e inhibiendo otros en función de los objetivos que persigue (Das et al., 1994). Para operar sobre la información de entrada el individuo utiliza dos procesos cognitivos: el procesamiento simultáneo por el que el individuo integra los estímulos en una totalidad perceptiva o conceptual y el procesamiento sucesivo con el que el individuo integra los estímulos en un orden serial específico, que forma una progresión en cadena (Naglieri y Das, 1997). En el procesamiento simultáneo las relaciones entre los elementos de la información de entrada se emplean para producir un código único o integrado. El procesamiento sucesivo se demanda para producir y almacenar un conjunto ordenado secuencialmente aunque la información no se hubiese presentado así. La única relación que parece existir en la información es la secuencial o temporal (Das et al., 1994).

Las medidas de los procesos cognitivos PASS han sido empíricamente relacionadas en poblaciones diversas con medidas de logro académico como la lectura (Joseph, McCachran y Naglieri, 2003) y la escritura (Naglieri y Rojahn, 2004). En matemáticas, la literatura ha señalado relaciones entre las medidas de logro en matemáticas y los procesos cognitivos PASS (Das et al., 1994) simultáneo y sucesivo, planificación (Joseph y Hunter, 2001) y atención (Kroesbergen, Van Luit y Naglieri, 2003) y ha concluido que el procesamiento sucesivo está correlacionado con la actuación en matemáticas, pero generalmente en un nivel más bajo que el procesamiento simultáneo (Leong, Cheng y Das, 1985).

Otra parte importante de la literatura cognitiva ha analizado la capacidad del modelo de Baddeley y Hitch (1974; Baddeley, 2000) para predecir el logro aritmético (De Smedt, Janssen, Bouwens, Verschaffel, Boets y Ghesquière, 2009). Cada componente de ese modelo parece relacionarse con aspectos específicos del rendimiento aritmético. El lazo fonológico parece participar en el conteo



PSICOLOGÍA Y VALORES EN EL MUNDO ACTUAL

(Imbo y Vandierendonck, 2006) y en el cálculo (DeSmedt et al., 2009). La agenda viso-espacial, por su parte, parece significarse en los problemas multidígitos en los que se requiere conocimiento visual y espacial (Trbovich y Lefevre, 2003) y en tareas de estimación (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent y Numtee, 2007), aunque los resultados no son totalmente consistentes (Krajewski y Schneider, 2009). El ejecutivo central fue estudiado en relación con la aritmética por McLean y Hitch (1999). Los resultados de su estudio dan razones a favor de la implicación de este componente en la coordinación de distintas actividades implicadas en el conteo y en la resolución de problemas aritméticos. Investigaciones recientes (Swanson, Jerman y Zheng, 2008) han confirmado en el substancial interés del ejecutivo central en la resolución de problemas aritméticos

En la actualidad, algunos autores han adoptado una visión más evolutiva a la hora de relacionar los componentes de la memoria de trabajo con el logro matemático. Entre éstos, DeSmedt et al. (2009) señalaron como predictor del rendimiento matemático en primer grado a la agenda visoespacial, mientras el lazo fonológico fue predictor en segundo grado. Passolunghi et al (2007) mostraron la relevancia del ejecutivo central como predictor del logro aritmético al final del 1º grado. Meyer, Salimpoor, Wu, Geary y Menon (2010) confirmaron la relevancia del lazo fonológico y del ejecutivo central en el rendimiento matemático en 2º grado mientras la agenda visoespacial fue predictiva en el tercer grado. Hecht, Torgesen, Wagner y Rashotte (2001) señalaron al lazo fonológico como único predictor del rendimiento aritmético en 2º y 3º grado.

Así pues, situándose en torno al modelo multicomponentes de Baddeley y Hitch (1974) las dificultades aritméticas parecen estar vinculadas a un déficit de memoria de trabajo en los procesos fonológicos y ejecutivos, siguiendo un patrón evolutivo específico. Debido a que los resultados en torno al papel de la agenda visoespacial en el logro aritmético todavía no están totalmente claros se decidió no incluir este componente en el estudio.

Desde un punto de vista alternativo Bull y colaboradores (McKenzie, Bull y Gray, 2003) siguiendo los postulados de Case (1985) han destacado, en término de eficiencia, a la velocidad de procesamiento (un aspecto normalmente evaluado en las tareas de memoria de trabajo) como el mejor predictor de capacidad aritmética. Otras investigaciones recientes (Fuchs, Fuchs, Compton, Powell, Seethaler, Capizzi y Schatschneider, 2006) han confirmado a la velocidad de procesamiento como correlato de la habilidades aritméticas facilitando, en niños de corta edad, la rapidez para contar y, por tanto, el posterior desarrollo de representaciones en la memoria a largo plazo (Geary, Brown y Samaranayake, 1991). Estos resultados se han informado en niños de 2º grado (Hecht, et al., 2001) y 3º grado (Fuchs et al., 2006).

El estudio que se presenta investiga las relaciones entre los procesos cognitivos y el logro aritmético. Se trata de responder a la cuestión de si el logro aritmético puede ser explicado por los procesos cognitivos subyacentes, más concretamente: ¿Puede predecirse el logro aritmético a partir del funcionamiento cognitivo?

MÉTODO

Participantes

La muestra se compuso de un total de 114 alumnos (59 niños y 55 niñas) distribuidos equitativamente entre el 4º y el 6º nivel de Educación Primaria en ocho centros pertenecientes a contextos urbanos y semiurbanos de la comunidad gallega en España. De acuerdo con los informes proporcionados por los orientadores y profesores de los centros ninguno de los niños mostraba trastornos del desarrollo ni déficits sensoriales, cognitivos o necesidades educativas especiales resultantes de aspectos socio-culturales. La edad de estos niños oscilaba entre los 8 años y 9 meses y los 13 años y 2 meses, con una edad promedio de 11 años y 3 meses.



PROCESAMIENTO COGNITIVO Y LOGRO ARITMÉTICO

Medidas

Logro aritmético. Para la evaluación de la competencia aritmética de los participantes se administró la *Batería Neuropsicológica de Evaluación de las Habilidades Aritméticas* (Iglesias-Sarmiento, 2009). Esta batería se diseñó como un instrumento comprensivo que proporciona información detallada sobre la competencia aritmética del niño respecto a sí mismo y al grupo en 4º, 5 y 6º de Educación Primaria. Está formada por 37 ítems, agrupados en 4 escalas. La batería provee distintos tipos de puntuaciones normalizadas asociadas a las escalas y tareas que la componen. En este estudio se aplicaron las cuatro escalas en el orden establecido en la misma y se utilizó la puntuación estándar (100, 15) de la escala Global como descriptor del rendimiento aritmético general del niño.

La fiabilidad de la batería se calculó a través del método de las dos mitades corregidas por la fórmula de Spearman-Brown para las escalas de Comprensión Conceptual, Procesamiento Numérico y Cálculo. Para la escala de Conteo se llevó a cabo un retest. La fiabilidad de la escala Global se halló a través de la fórmula de las combinaciones lineales de Nunally y Bernstein (1994). Los índices se situaron en .87 para la escala de Conteo, .75 para la escala de Comprensión Conceptual Aritmética, .82 en la escala de Procesamiento Numérico, .84 para la escala de Cálculo, y .93 para la escala Global. La validez de constructo se calculó a través de la estimación robusta de máxima verosimilitud y el Análisis de Componentes Principales con rotación ortogonal Varimax con Kaiser. La solución final extrajo seis factores (conteo, velocidad de conteo, comprensión conceptual, procesamiento numérico, cálculo aritmético y procesamiento operacional) que explicaron el 49,8% de la varianza total.

Procesamiento cognitivo. Se utilizó la batería Cognitive Assessment System (D.N: CAS; Naglieri y Das, 1997; versión española: Deaño, 2005) para la medida de la planificación, atención y codificación de la información. Para la evaluación de la amplitud de memoria se utilizaron las pruebas de dígitos de la Escala de Inteligencia de Wechsler para niños-Revisada (WISC-R; Wechsler, 1974; versión española, 1993) y la velocidad de procesamiento se evaluó a partir de los resultados alcanzados en el *Number Detection Subtest* de la Escala de Atención del D.N: CAS.

La fiabilidad del D.N: CAS para la muestra española (Deaño, Alfonso y Fernández, 2006) se calculó por el procedimiento de las dos mitades para todos los subtest simultáneos y sucesivos (excepto velocidad de habla), corregidos por la fórmula de Spearman-Brown. Para los subtests de planificación, atención y velocidad de habla se utilizó un retest. La fiabilidad media de la muestra fue de .90 (Planificación), 0.89 (Atención), 0.92 (Simultáneo) y 0.91 (Sucesivo). La validez de constructo se calculó mediante análisis factorial confirmatorio realizado por separado en cuatro grupos de edad (5-7, 8-10, 11-13 y 14-17 años). Los resultados señalaron una buena correspondencia entre el modelo PASS y los datos para cada uno de los 4 grupos de edad.

Memoria. Para la evaluación de la amplitud de memoria se utilizaron las pruebas de dígitos de la Escala de Inteligencia de Wechsler para niños-Revisada (WISC-R; Wechsler, 1974; versión española, 1993).

En el Digit Span Forward test se muestran series de números en voz alta, a razón de uno por segundo. Se presentan dos series de cada elemento. La longitud de cada elemento varía entre los 3 y los 9 dígitos. Esta prueba se manejó como una medida de la capacidad de almacenamiento del lazo fonológico.

Por su parte, el Digit Span Backward test presenta una sistemática semejante, aunque la longitud de cada elemento varía entre los 2 y los 8 ítems. En este caso se pide al niño que comience por el último número proporcionado siguiendo la secuencia hacia atrás. Se ha señalado a esta tarea como específicamente implicada en la evaluación del ejecutivo central de la memoria de trabajo.

Velocidad de procesamiento. La velocidad de procesamiento se evaluó a partir de los resultados alcanzados en el *Subtest de emparejamiento de números* de la Escala de Atención de la adaptación



PSICOLOGÍA Y VALORES EN EL MUNDO ACTUAL

española del D.N: CAS. Esta prueba individual realizada bajo presión temporal implica la búsqueda y subrayado de dígitos proporcionados con un formato idéntico dentro de una hoja dividida en 15 filas que incluyen 14 números cada una. Se recogieron los tiempos de respuestas en segundos, analizándolo de acuerdo con un criterio inverso (a mayor rendimiento puntuaciones más bajas).

Procedimiento

La recogida de datos del estudio se llevó a cabo durante los meses finales (abril-mayo) del año escolar. La evaluación de cada niño se efectuó de forma individual en un local habilitado al efecto en su colegio de origen. Se emplearon dos sesiones distintas para la valoración de cada niño. En la primera sesión se administraron las pruebas del WISC-R y, tras un pequeño receso de unos 5 minutos, la BANEVHAR. Del mismo modo, debido a la longitud de esta última prueba, se permitió que cada niño descansase alrededor de 5 minutos al término las dos primeras escalas de la batería. Las evaluaciones siguieron los procedimientos estándar establecidos en las propias baterías. La duración de cada sesión se situó, de promedio, en torno a una hora y media.

RESULTADOS

En un primer momento, se examinó, a través de distintos análisis correlacionales, el patrón de relaciones establecidas entre las variables predictoras establecidas y las puntuaciones alcanzadas en la Escala Global de la BANEVHAR, de forma conjunta y dentro de cada uno de los niveles educativos.

La revisión de las correlaciones para toda la muestra señaló relaciones significativas entre las variables predictoras (más acentuadas en el caso de las tareas de amplitud de memoria y la codificación) y el rendimiento aritmético, salvo en el caso de la velocidad de procesamiento (véase Tabla 1).

Tabla 1. Correlaciones entre las variables predictoras y las puntuaciones alcanzadas en la Escala Global de la BANEVHAR, por nivel educativo y de forma conjunta.

Variable	Grupo	4º	5º	6º
Planificación	.20*	.29	.35*	.01
Atención	.22*	.55***	.29	-.21
Dígitos hacia delante	.42***	.43**	.49**	.35*
Dígitos hacia atrás	.35***	.56***	.19	.21
Velocidad de procesamiento	-.09	-.33*	-.23	-.07
Simultáneo	.63***	.78***	.49**	.57***
Sucesivo	.42***	.45**	.49**	.34*

Nota: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .0005$

Los análisis realizados en los distintos niveles educativos muestran cómo las relaciones entre las medidas cognitivas y el rendimiento aritmético son significativas en su mayor parte en 4º curso (excepto en lo que se refiere a las habilidades ejecutivas). En 5º curso, estas relaciones significativas con el logro aritmético se circunscriben a la planificación, al lazo fonológico y a ambos tipos de procesamiento, simultáneo y sucesivo. Al final del 6º curso, sólo se encuentran significativamente relacionadas con el rendimiento aritmético el lazo fonológico, el procesamiento sucesivo y, con mayor fuerza, el procesamiento simultáneo.

Por su parte, el análisis de regresión múltiple llevado a cabo de forma conjunta indicó que la codificación simultánea predice el logro aritmético, $\beta = .55$, $t(111) = 7.50$, $p < .0005$. Los análisis individualizados realizados para cada nivel educativo establecieron la capacidad predictiva del pro-



PROCESAMIENTO COGNITIVO Y LOGRO ARITMÉTICO

cesamiento simultáneo respecto al rendimiento aritmético en 4º curso, $\beta = .79$, $t(36) = 7,4$, $p < .0005$; 5º curso, $\beta = .40$, $t(35) = 2,89$, $p < .01$; y 6º curso de Educación Primaria, $\beta = .57$, $t(36) = 4,21$, $p < .0005$. De este modo, conforme el rendimiento en simultáneo es mayor se produce un aumento del rendimiento aritmético en el test propuesto.

Adicionalmente, las puntuaciones más altas en el Digit Span Forward test se asociaron a un mayor rendimiento aritmético tanto en el análisis grupal, $\beta = .25$, $t(111) = 3,32$, $p < .001$, como en el análisis realizado en 5º curso, $\beta = .39$, $t(35) = 2,85$, $p < .01$.

No se localizaron otras relaciones significativas que involucren a las otras variables cognitivas en ninguno de los niveles educativos analizados.

DISCUSIÓN

En este estudio se analizaron las relaciones entre el logro aritmético y el funcionamiento cognitivo subyacente en una muestra de edades que tradicionalmente ha resultado ajena al interés de los investigadores. Se estudiaron, a partir de las relaciones entre procesamiento cognitivo y logro según los niveles educativos y se analizó la predicción del logro aritmético a partir de las variables planificación, atención, codificación de la información y memoria verbal.

En cuanto a las relaciones entre cognición y nivel educativo, los análisis correlacionales mostraron cómo prácticamente todas las habilidades cognitivas evaluadas correlacionaban significativamente con el logro aritmético. El patrón de relaciones cambia a lo largo de los cursos estudiados. Los resultados podrían interpretarse como que 4º curso de Educación Primaria parece requerir del alumno la utilización de los recursos atencionales para hacerse con la información. En 5º curso lo que se pone en secuencia son las estrategias de un plan o partes de las mismas. Los niños/as de 6º curso parecen necesitar menos ese tipo de secuencias y más el reconocimiento de estrategias y planes de acción elaborados en su momento, adecuadamente codificados y que pueden aplicarse a nuevas situaciones sin cambios significativos, más automáticamente. Este reconocimiento supondría más actividad del procesamiento simultáneo que del sucesivo.

En síntesis, los resultados del análisis correlacional señalan, en todos los niveles educativos, que el lazo fonológico (como indican las medidas del Digit Span Forward) se relaciona con el rendimiento aritmético, unos resultados que extienden a estos niveles educativos los resultados de investigaciones previas (DeSmedt et al., 2009; Hecht et al., 2001). Además, los análisis relacionan de forma robusta el procesamiento simultáneo y sucesivo con el logro aritmético. En este sentido, se encontraron correlaciones significativas entre los resultados alcanzados en las escalas de procesamiento simultáneo y sucesivo con el rendimiento aritmético general, en funciones posiblemente más voluntarias (4º curso), más estratégicas (5º curso) o más automáticas (6º curso) en el que la función de sucesivo decae en importancia respecto del simultáneo. Estos resultados confirman los resultados de Naglieri y Das (1987), extendiéndolos a otros niveles educativos y siguen la línea de otras investigaciones que no han logrado conectar concluyentemente las debilidades en el ejecutivo central con la dificultad aritmética (Landerl et al., 2004).

La cuestión principal se refiere a si el logro aritmético puede ser explicado por los procesos cognitivos subyacentes, o más concretamente si puede predecirse a partir del funcionamiento cognitivo. El análisis de regresión, en la línea de otras investigaciones actuales con niños de edades inferiores a los de este estudio (Bull, Andrews-Espy y Wiebe, 2008; Hecht et al., 2001; Passolunghi et al., 2008) emplazó al lazo fonológico como un predictor cognitivo significativo del rendimiento aritmético en el análisis global y en 5º curso. Estos resultados podrían interpretarse, en la línea expresada por DeSmedt et al. (2009), como reflejo de la importancia de la información codificada fonológicamente a la hora de resolver tareas aritméticas, aún en estos niveles educativos.



PSICOLOGÍA Y VALORES EN EL MUNDO ACTUAL

De forma destacable, el análisis de regresión múltiple sitúa al procesamiento simultáneo como predictor cognitivo del logro aritmético en todos los grados educativos. Este resultado parecen sostener las propuestas surgidas al amparo de la teoría PASS de la inteligencia sobre la relevancia de la codificación simultánea en el rendimiento aritmético (Deaño, 2000; Kroesbergen, et al., 2003) y lo extiende a nuevos niveles educativos.

En resumen, los hallazgos de este estudio relacionan el logro aritmético con el funcionamiento cognitivo subyacente. Además, extiende a un periodo evolutivo más tardío los datos localizados en niños más pequeños. Finalmente, y en la línea de algunos otros trabajos actuales (Deaño y Tellado, 2009; Kroesbergen, et al., 2003), los datos obtenidos proporcionan implicaciones educativas inmediatas, como la necesidad de promover la mejora del funcionamiento cognitivo de todos los niños/as como parte integrante de un proceso global de prevención e intervención.

REFERENCIAS

- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A.D. y Hitch, G. (1974). Working memory. En G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). San Diego, CA: Academic Press.
- Bull, R., Andrews-Espy, K. y Wiebe, S.A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205-228.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 46(1), 3-18.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. San Diego, CA: Academic Press
- Das, J.P., Naglieri, J.A. y Kirby, J.R. (1994). *Assessment of cognitive processes: The PASS theory of intelligence*. Boston: Allyn & Bacon.
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B. y Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201.
- Deaño M. (2000). *Cómo prevenir las dificultades de cálculo*. Málaga: Aljibe.
- Deaño, M. (2005). *Batería Das-Naglieri: Sistema de Evaluación Cognitiva (D.N: CAS) Adaptación Española*. Ourense: Gersam Ediciones.
- Deaño, M. y Tellado, F. (2009). Instrucción basada en los procesos PASS. En A. Barca (Coord.), *Motivación y Aprendizaje en Contextos Educativos* (pp. 369- 398). Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Deaño, M., Alfonso, S. y Fernández, M. J. (2006). El D.N: CAS como sistema de evaluación cognitiva para el aprendizaje. En M. Deaño (Ed.), *Formación del profesorado para atender a las necesidades específicas de apoyo educativo. XXXII Reunión Científica Anual*. (pp.159-182). Ourense: AEDES.
- Fuchs, L., Fuchs, D., Compton, D., Powell, S., Seethaler, P., Capizzi, A. y Schatschneider, C., (2006). The cognitive correlates of third-grade skills in arithmetic, algorithmic computation and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29-43.
- Geary, D. C., Bailey, D. H., Littlefield, A., Wood, P., Hoard, M. K. y Nugent, L. (2009). First-grade predictors of mathematical learning disability: A latent class trajectory analysis. *Cognitive Development*, 34, 411-429.
- Geary, D.C., Brown, S.C. y Samaranayake, Y.A. (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27, 787-797.

**PROCESAMIENTO COGNITIVO Y LOGRO ARITMÉTICO**

- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L. y Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development, 78*, 1343-1359.
- Hecht, S.A., Torgesen, J. K., Wagner, R.K. y Rashotte, C.A. (2001). The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A longitudinal study from second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology, 79*, 192-227.
- Iglesias-Sarmiento, V. (2009). *Dificultades de aprendizaje en el dominio aritmético y en el procesamiento cognitivo subyacente*. (Doctoral dissertation, University of Vigo, 2008). Ann Arbor, MI: ProQuest LLC/ UMI Dissertation Publishing.
- Imbo, I. y Vandierendonck, A. (2006). The role of phonological and executive working memory resources in simple arithmetic strategies. *European Journal of Cognitive Psychology, 19*(6), 910-933.
- Joseph, L.M. y Hunter, A.D. (2001). Differential application of a cue card strategy for solving fraction problems: exploring instructional utility of the cognitive assessment system. *Child Study Journal, 31*(2), 123-136.
- Joseph, L.M., McCachran, M. E. y Naglieri, J. A. (2003). PASS cognitive processes, phonological processes, and basic reading performance for a sample of referred primary-grade children. *Journal of Research in Reading, 26*(3), 304-314.
- Krajewski, K. y Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 516-531.
- Kroesbergen, E.H., Van Luit, J.E.H. y Naglieri, J.A. (2003). Mathematics learning difficulties and PASS cognitive processes. *Journal of Learning Disabilities, 36*(6), 574-582.
- Kroesbergen, E.H., Van. Luit, J.E.H., Naglieri, J.A., Taddei, S. y Franchi, E. (2010). PASS processes and early mathematics skills in dutch and italian kindergartners. *Journal of Psychoeducational Assessment, 28*, 585-593.
- Landerl, K., Bevan, A. y Butterworth (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. *Cognition, 93*, 99-215.
- Leong, C.K., Cheng, S.C. y Das, J.P. (1985). Simultaneous-successive syntheses and planning in Chinese readers. *International Journal of Psychology, 20*, 19-31.
- McKenzie, B., Bull, R. y Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology, 20*(3), 93-107.
- McLean, J.F. y Hitch, G.J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of experimental Child Psychology, 67*, 345-357.
- Meyer, M.L., Salimpoor, V.N., Wu, S.S., Geary, D.C. y Menon V. (2010) Differential contribution of specific working memory components to mathematical skills in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences 20*(2), 101-109.
- Naglieri, J.A. y Das, J.P. (1987). Construct and criterion related validity of planning, simultaneous and successive cognitive processing tasks. *Journal of Psychoeducational Assessment, 4*, 353-363.
- Naglieri, J.A. y Das, J.P. (1997). *Cognitive Assessment System Interpretive Handbook*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Naglieri, J.A. y Rojahn, J. (2004). Construct validity of the PASS theory and CAS: Correlations with achievement. *Journal of Educational Psychology, 96*(1), 174-181.
- Nunally, J. C. y Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory*. Nueva York: McGraw-Hill.
- OECD (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do: Student Performance in*

- Reading, Mathematics and Science* (Vol. 1). París: Autor.
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B. y Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability, and numerical competence. *Cognitive Development, 22*, 165–184.
- Shalev, R. (2007). Prevalence of developmental dyscalculia. En D. Berch y M.M.M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children. The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities* (pp. 29-47). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Swanson, H.L., Jerman, O. y Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology, 100*(2), 343-379.
- Trbovich, P.L. y LeFevre, J. (2003). Phonological and visual working memory in mental addition. *Memory & Cognition, 31*, 738 – 745.
- von Aster, M., y Shalev, R. (2007). Number development and developmental dyscalculia, *Developmental Medicine & Child Neurology, 49*, 868–873.
- Wechsler, D. (1974). *Manual for the Wechsler intelligence scale for children (revised)*. New York: Psychological Corporation [Escala de Inteligencia de Wechsler para niños-Revisada (WISC-R), 1993. Madrid: TEA].

