

**PREDICTORES DEL RENDIMIENTO ARITMÉTICO EN 4º DE EDUCACIÓN PRIMARIA
PREDICTORS OF ARITHMETICAL ACHIEVEMENT IN PRIMARY EDUCATION 4TH-GRADERS**

**Valentín Iglesias-Sarmiento,
Sonia Alfonso Gil,
Ángeles Conde Rodríguez
Manuel Deaño Deaño**

Universidad de Vigo
visarmiento@uvigo.es

<http://dx.doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v3.497>

*Fecha de Recepción: 19 Febrero 2014
Fecha de Admisión: 30 Marzo 2014*

ABSTRACT

In this investigation, the cognitive mechanisms underlying arithmetical achievement in Primary Education 4th-graders were analyzed. For this purpose, using the Digit Span test of the WISC-R and the scales from the batteries D.N:CAS and BANEVHAR, the performance in verbal memory, processing speed, planning, simultaneous and successive processing, attention, and numeric competence was assessed in 74 students. The correlational analyses showed that, except for planning, all the variables selected were significantly related to arithmetical achievement. Simultaneous and number processing emerged as predictors of arithmetical performance in the hierarchical regression analysis carried out.

Keywords: arithmetical achievement; Primary Education; cognitive processes.

RESUMEN

Esta investigación analizó los mecanismos cognitivos subyacentes al rendimiento aritmético en el 4º curso de Educación Primaria. Con este fin se evaluó, a través de las pruebas de dígitos del WISC-R, y de las escalas correspondientes de las baterías D.N:CAS y BANEVHAR, el rendimiento en memoria verbal, velocidad de procesamiento, planificación, atención, procesamiento simultáneo y sucesivo y competencia numérica de 74 alumnos. Los análisis correlacionales mostraron que todas las variables seleccionadas, salvo la planificación, se relacionaron significativamente con el rendimiento aritmético. El simultáneo y el procesamiento numérico emergieron, en el análisis de regresión jerárquico realizado, como predictores del rendimiento aritmético.

Palabras clave: rendimiento aritmético; Educación Primaria; procesos cognitivos.

INTRODUCCIÓN

Una parte importante de la literatura cognitiva ha investigado la capacidad del modelo de Baddeley y Hitch (1974) para predecir el rendimiento aritmético (e.g., Geary, Hoard, Nugent y Byrd-Craven, 2007; Swanson y Kim, 2007). Cada componente del modelo parece relacionarse con aspectos específicos del rendimiento aritmético. El bucle fonológico parece participar en el conteo (Camos y Barrouillet, 2004; Imbo y Vandierendonck, 2006) y en el cálculo (De Smedt et al., 2009a; Fürst y Hitch, 2000). La agenda viso-espacial, por su parte, parece significarse en los problemas multidígitos en los que se requiere conocimiento visual y espacial (Heathcote, 1994; Trbovich y Lefevre, 2003) y en tareas de estimación (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent y Numtee, 2007). El ejecutivo central parece estar implicado en la coordinación de distintas actividades implicadas en el conteo (McLean y Hitch, 1999) y en la resolución de problemas aritméticos (Iglesias-Sarmiento y Carriedo, en prensa; Swanson, Jerman y Zheng, 2008).

Desde un punto de vista complementario, Bull y colaboradores (e.g., Bull y Scherif, 2001; McKenzie, Bull y Gray, 2003) han destacado, en términos de eficiencia, a la velocidad de procesamiento (un aspecto normalmente evaluado en las tareas de memoria de trabajo) como el mejor predictor de la capacidad aritmética. Distintos estudios han informado sobre la capacidad mediadora de la velocidad de procesamiento en niños de segundo (e.g., Bull y Johnston, 1997; Hecht et al., 2001) y tercer grado (Fuchs et al., 2006) facilitando, la rapidez para contar y, por tanto, el posterior desarrollo de representaciones en la memoria a largo plazo (Geary, Brown y Samaranyake, 1991).

Desde el ámbito de la teoría PASS (Das, Naglieri y Kirby, 1994) se ha relacionado las medidas de rendimiento en matemáticas con los procesos cognitivos PASS simultáneo y sucesivo (Iglesias-Sarmiento y Deaño, 2011; Kroesbergen, van Luit y Naglieri, 2003; Kroesbergen, Van Luit, Naglieri, Taddei y Franchi, 2010), planificación (Ashman y Das, 1980; Joseph y Hunter, 2001) y atención (Kroesbergen et al., 2003; Warrick, 1989) y se ha concluido que el procesamiento sucesivo está correlacionado con la actuación en matemáticas, pero generalmente en un nivel más bajo que el procesamiento simultáneo (Das, 1988; Leong, Cheng y Das, 1985).

Naglieri y Das (1987) mostraron como la planificación, el procesamiento simultáneo y el procesamiento sucesivo se relacionaron con el rendimiento aritmético en segundo y sexto grado. Sin embargo, en el décimo grado educativo sólo el procesamiento sucesivo se situó en niveles similares al procesamiento simultáneo respecto a su relación con la aritmética. En una investigación reciente con niños italianos y alemanes de jardín de infancia, Kroesbergen et al. (2010) informaron sobre la relación localizada entre el procesamiento simultáneo con tareas de corte piagetiano y la planificación con tareas de conteo.

En los últimos años han surgido una serie de investigaciones en torno a las propuestas de Dehaene (1997) y Butterworth (1999) sobre la influencia de la competencia numérica en las habilidades matemáticas de alto nivel, como la aritmética. En este ámbito, se ha informado sobre las alteraciones en el procesamiento del número (Landerl, Bevan y Butterworth, 2004; Rouselle y Noël, 2007) y en tareas de comprensión del conteo (Geary, Hoard, Nugent y Byrd-Craven, 2008, Geary et al, 2009) en niños con dificultades aritméticas. Además, se ha relacionado, en niños sin dificultades aparentes, la comprensión numérica con las discrepancias surgidas en el rendimiento aritmético (Durand, Hulme, Larkin y Snowling, 2005; Holloway y Ansari, 2010). De Smedt, Verschaffel y Ghesquière (2009b) informaron, en niños belgas de Educación Infantil, sobre relaciones predictivas entre su rendimiento en tareas de comparación numérica y los resultados alcanzados en una prueba aritmética un año después.

OBJETIVOS

El propósito de este estudio es analizar, en un momento educativo en el que la investigación en el contexto español es exigua, los mecanismos cognitivos subyacentes al rendimiento aritmético. De

forma más específica, y de acuerdo con lo expuesto anteriormente, este trabajo pretende analizar la relación entre las variables seleccionadas con el rendimiento aritmético. El segundo objetivo del estudio fue conocer el valor predictivo sobre el rendimiento aritmético de la memoria de trabajo, los procesos cognitivos PASS y la competencia numérica.

METODOLOGÍA

Participantes

La muestra se integró por un total de 74 alumnos (37 niños y 37 niñas) escolarizados en el 4º curso de Educación Primaria en ocho centros diferentes pertenecientes a contextos urbanos y semiurbanos de la comunidad gallega. En el momento de iniciarse las evaluaciones la edad media de los participantes era de 9 años y 5 meses ($Sd = 7.43$ meses). 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.

Instrumentos

Rendimiento aritmético. Para la evaluación de la competencia aritmética del niño se administró la Escala de Cálculo de la *Batería Neuropsicológica de Evaluación de las Habilidades Aritméticas* (BANEVHAR; Iglesias-Sarmiento, 2009). En esta escala se incluyen dos tareas de *Procesamiento Operacional* que evalúan la comprensión de los signos de forma visual y oral; cuatro tareas de *Aritmética Mental*; y cuatro tareas de *Aritmética Escrita* con las que se evalúa la recuperación de los hechos, reglas y procedimientos de las cuatro operaciones aritméticas. Esta escala proporciona, una puntuación normalizada (100,15) final relacionada con el nivel educativo del niño. El índice de fiabilidad obtenido con la muestra de estandarización fue de .84 (Iglesias-Sarmiento, 2009).

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. 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).

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 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).

Conteo. Las habilidades básicas de contar y seriar se analizaron a partir de los resultados alcanzados en la Escala de Conteo de la BANEVHAR (Iglesias-Sarmiento, 2009). Se implementan tres grupos de tareas: comprensión básica del conteo, seriación y velocidad de conteo. El índice de fiabilidad de la escala se situó en .87 (Iglesias-Sarmiento, 2009).

PREDICTORES DEL RENDIMIENTO ARITMÉTICO EN 4º DE EDUCACIÓN PRIMARIA PREDICTORS OF ARITHMETICAL ACHIEVEMENT IN PRIMARY EDUCATION 4TH-GRADERS

Procesamiento del Número. La comprensión/producción de los números en distintas notaciones (arábica, verbal oral y escrita) se analizó a partir de los resultados alcanzados en la Escala de Procesamiento Numérico de BANEVHAR (Iglesias-Sarmiento, 2009). Se pasaron seis grupos de tareas: transcodificación, comparación de magnitudes, comprensión del valor numérico, ordenación de números multidígito y comprensión de la posición del número. La escala proporciona una puntuación final normalizada (100, 15). El índice de fiabilidad de esta escala para la muestra de estandarización fue de .82 (Iglesias-Sarmiento, 2009).

Procedimiento

La recogida de datos del estudio se llevó a cabo durante los meses finales (abril-mayo) del curso escolar. Como equipo evaluador se seleccionaron a cuatro investigadores, de acuerdo a su experiencia en la aplicación de pruebas psicológicas. Los evaluadores participaron en distintas sesiones de entrenamiento con los autores del estudio a efectos de homogeneizar las aplicaciones de las pruebas. 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 siguiendo los procedimientos estándar establecidos por los autores de las pruebas. En la primera sesión se administraron las pruebas del WISC-R y, tras un pequeño receso de unos 5 minutos, las escalas correspondientes de la BANEVHAR. En la segunda sesión se pasó el D.N:CAS. La duración de cada sesión se situó, de promedio, en torno a una hora y media.

RESULTADOS

En la tabla 1 se recogen, de forma descriptiva, los principales resultados alcanzados por los niños en las pruebas propuestas.

Tabla 1
Medias y desviaciones estándar para todas las medidas (N = 74)

Variable	M	SD
Rendimiento aritmético	100.42	15.32
Conteo	100.05	15.54
Procesamiento Numérico	102.64	16.39
Planificación	94.97	13.68
Atención	94.41	12.67
Procesamiento simultáneo	97.73	16.62
Procesamiento sucesivo	97.78	14.41
Velocidad de procesamiento	100.47	29.47
Dígitos hacia delante	6.22	2.08
Dígitos hacia atrás	4.36	1.49

Análisis correlacionales

La revisión de las correlaciones para toda la muestra señalan relaciones significativas entre todas las variables predictoras, excepto entre la planificación y el rendimiento aritmético (véase Tabla 2).

Las medidas relacionadas con la memoria de trabajo (dígitos y velocidad de procesamiento) correlacionan de forma significativa con las tres medidas matemáticas, con mayor fuerza, incluso, en el caso de las tareas que evalúan la competencia numérica (véase Tabla 2). Esta relación es inver-

sa, como era de esperar, en el caso de la velocidad de procesamiento. No se localizan relaciones significativas entre las medidas de amplitud de memoria y la velocidad de procesamiento. De forma salientable, las medidas de amplitud de memoria correlacionan de forma moderada con los resultados alcanzados en codificación (correlaciones entre .32 y .57).

Por lo que respecta a los procesos PASS, destacan las robustas relaciones localizadas entre el sistema de procesamiento y las tres medidas matemáticas, con mayor significatividad en el caso del simultáneo (correlaciones entre .49 y .62). Además, la relación entre el simultáneo y el sucesivo también es significativa ($r = .44, p < .0005$). La medida de atención también se relaciona de forma significativa con el rendimiento aritmético, el conteo y el sistema de procesamiento (véase Tabla 2).

Tabla 2
Correlaciones entre las diferentes variables (N = 74)

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Rendimiento aritmético	-								
2. Conteo	.42***	-							
3. Pr. Numérico	.63***	.64***	-						
4. Planificación	.06	.18	.18	-					
5. Atención	.28**	.41***	.37**	.38***	-				
6. Pr. Simultáneo	.59***	.49***	.62***	.13	.39***	-			
7. Pr. Sucesivo	.32**	.35**	.39***	.20*	.12	.44***	-		
8. Vel. Procesamiento	-.22*	-.28**	-.25*	-.19*	-.56***	-.28**	.03	-	
9. Dígitos hacia delante	.23*	.28**	.33**	.09	.06	.32**	.57***	.12	-
10 Dígitos hacia atrás	.28**	.39***	.34**	.21	.26*	.50***	.52***	-.06	.37**

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

En lo que concierne a las medidas matemáticas destacar las robustas relaciones entre las tres medidas, especialmente altas entre el procesamiento numérico y el rendimiento aritmético ($r = .63, p < .0005$) y el procesamiento numérico y el conteo ($r = .64, p < .0005$).

Análisis de regresión

Se llevó a cabo un análisis de regresión jerárquico para evaluar la contribución de cada uno de los distintos conjuntos de variables, agrupados de acuerdo con su coherencia teórica, al rendimiento aritmético. Con este fin, las variables relacionadas con la memoria de trabajo (dígitos y velocidad de procesamiento) se introdujeron conjuntamente en un primer paso. Posteriormente, se incluyó el rendimiento de los niños en las cuatro escalas que evalúan los procesos cognitivos PASS con el fin de examinar de forma más global las relaciones entre el funcionamiento cognitivo y el rendimiento aritmético. Finalmente, se introdujeron las dos variables que evalúan la competencia numérica (conteo y procesamiento numérico) a los efectos de analizar el influjo de las variables numéricas en las relaciones entre las variables cognitivas y el rendimiento aritmético.

Los resultados del análisis de regresión jerárquico se presentan en la Tabla 3. El modelo 1, que explica el 15% de la varianza, señala a la velocidad de procesamiento como predictor del rendimiento aritmético, $\beta = -.22, t(70) = -2,02, p < .05$. Los resultados del modelo 2, que explican el 36% de la varianza, establecen la capacidad predictiva del procesamiento simultáneo respecto al rendimiento aritmético, $\beta = .52, t(66) = 4,09, p < .0005$. Finalmente, la introducción de las variables numé-

PREDICTORES DEL RENDIMIENTO ARITMÉTICO EN 4º DE EDUCACIÓN PRIMARIA
PREDICTORS OF ARITHMETICAL ACHIEVEMENT IN PRIMARY EDUCATION 4TH-GRADERS

ricas en el modelo 3, que explica el 46% de la varianza, señala al procesamiento simultáneo, $r = .31$, $t(64) = 2,36$, $p < .05$; y al procesamiento del número, $r = .44$, $t(64) = 3,21$, $p < .01$; como predictores del rendimiento aritmético.

Tabla 3
Análisis de regresión jerárquico: predictores de rendimiento

Variable	Beta	t	p
Modelo 1			
Vel. Procesamiento	-.22	-2.02	.048
Dígitos hacia delante	.18	1.51	.14
Dígitos hacia atrás	.20	1.69	.09
Modelo 2			
Vel. Procesamiento	-.05	-0.42	.67
Dígitos hacia delante	.02	0.20	.84
Dígitos hacia atrás	-.06	-0.47	.64
Planificación	-.06	-0.52	.60
Atención	.07	0.56	.58
Pr. Simultáneo	.52	4.09	.000
Pr. Sucesivo	.11	0.78	.44
Modelo 3			
Vel. Procesamiento	-.02	-0.20	.84
Dígitos hacia delante	-.03	-0.24	.81
Dígitos hacia atrás	-.03	-0.26	.79
Planificación	-.07	-0.72	.48
Atención	.03	0.22	.83
Pr. Simultáneo	.31	2.36	.02
Pr. Sucesivo	.05	0.43	.67
Conteo	-.02	-0.11	.87
Pr. Numérico	.44	3.21	.002

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio señalan una relación significativa entre las puntuaciones de la aritmética mental y escrita básica y la comprensión de los signos orales y visuales con las del test del bucle fonológico (test de Dígitos hacia delante), el de control ejecutivo (test de Dígitos hacia atrás) y el de velocidad de procesamiento (test de Búsqueda de Números). Estos datos son coincidentes con los obtenidos por otros autores que resaltan en el estudio aritmético el papel de la memoria de trabajo y específicamente del ejecutivo central en la resolución de problemas aritméticos (e.g., Swanson et al., 2008; Wu et al., 2008). Y también de aquellos que resaltan la relación entre la aritmética y la velocidad de procesamiento (e.g., Bull y Johnston, 1997, Hecht et al., 2001) y, especialmente, el papel del bucle fonológico en numeración (Alsina y Sáiz, 2003), en el conteo (Camos y Barrouillet, 2004; Imbo y Vandierendonck, 2006) y en el cálculo (De Smedt et al., 2009a; Fürst y Hitch, 2000). El rendimiento académico de los estudiantes de 4º curso de Educación Primaria se relaciona con Dígitos hacia delante, Dígitos hacia atrás y Búsqueda de Números; esto es con los subsistemas de la memoria de trabajo del ejecutivo central y el bucle fonológico y parece estar influido por la velocidad de procesamiento.

Los resultados de este estudio también señalan una relación significativa entre las puntuaciones de la aritmética mental y escrita básica y la comprensión de los signos orales y visuales con las puntuaciones de los procesos cognitivos básicos de Atención (Escala de Atención del D.N:CAS), procesamiento Simultáneo (Escala de Simultáneo) y Sucesivo (Escala de Sucesivo). Ello significa que cuando los alumnos de 4º grado resuelven las tareas aritméticas de cálculo mental y escrito utilizan los procesos cognitivos, tal como fueron teorizados por Das et al. (1994) y los autores que estudiaron la relación entre el rendimiento en matemáticas y los procesos cognitivos PASS simultáneo y sucesivo (Kroesbergen et al, 2003; Kroesbergen et al, 2010) y atención (Kroesbergen et al., 2003; Warrick, 1989). Los resultados localizados apuntan en la línea de Das y colaboradores (Das, 1988; Leong et al., 1985) ya que el procesamiento se relaciona de forma robusta con el rendimiento aritmético, aunque con mayor significatividad en el caso del simultáneo.

Esta investigación también encontró una relación significativa entre las puntuaciones de la aritmética mental y escrita básica y la comprensión de los signos orales y visuales con las puntuaciones de comprensión conceptual y procedimental de dominio específico (Escala de Procesamiento Numérico y de Conteo de la BANEVHAR) que apoya la ejecución de las operaciones aritméticas de rendimiento. Esto parece indicar que los alumnos de 4º grado que resuelven con éxito sus operaciones de cálculo mentalmente o por escrito lo hacen con el apoyo competencial del conocimiento conceptual y las habilidades procedimentales relacionadas (Geary, Hoard, Byrd-Craven y DeSoto, 2004; Siegler, 1987).

Otro objetivo de nuestro estudio fue conocer el valor predictivo de los tres diferentes grupos de variables seleccionados. Los resultados del análisis de regresión parecen indicar que, en contra de lo informado habitualmente en la literatura (e.g., Hecht, Torgesen, Wagner y Rashotte, 2001; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary y Menon, 2010), los componentes de la memoria de trabajo no emergen como predictores del rendimiento aritmético cuando se tienen en cuenta de forma concurrente otras variables cognitivas. Sólo se sustancia, aunque de forma débil, la velocidad de procesamiento como predictor del rendimiento. Estos resultados van en la línea de los aportados por Fuchs et al. (2006).

Además, nuestros resultados apoyan la hipótesis de que el procesamiento simultáneo es predictor de las habilidades aritméticas. De este modo, es posible que las alteraciones en la codificación simultánea puedan estar en la base de las dificultades mostradas por niños que rinden por debajo de sus iguales en las tareas que evalúan el rendimiento aritmético, dando soporte a los resultados informados por los estudios comparativos (e.g., Kroesbergen et al., 2003) y correlacionales (e.g., Iglesias-Sarmiento y Deaño, 2011).

Finalmente, nuestro estudio sitúa a la capacidad numérica como predictor específico del rendimiento aritmético. Estos datos confirman y extienden más allá de los primeros años escolares la capacidad predictora sobre el rendimiento matemático ulterior de la comprensión numérica (Holloway y Ansari, 2010; De Smedt et al., 2009b).

REFERENCIAS

- Alsina, À. y Sáiz, D. (2003). Un análisis comparativo del papel del bucle fonológico versus la agenda visoespacial en el cálculo en niños de 7-8 años. *Psicothema*, 15(2), 241-246.
- Ashman, A.F. y Das, J.P. (1980). Relation between planning and simultaneous-successive processing. *Perceptual and Motor Skills*, 51, 371-382.
- 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. y Johnston, R.S. (1997). Children's arithmetical difficulties: contributions from processing speed, item identification and short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65, 1-24.

PREDICTORES DEL RENDIMIENTO ARITMÉTICO EN 4º DE EDUCACIÓN PRIMARIA
PREDICTORS OF ARITHMETICAL ACHIEVEMENT IN PRIMARY EDUCATION 4TH-GRADERS

- Bull, R. y Scherif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273-293.
- Butterworth, B. (1999). *The mathematical brain*. Londres: Macmillan.
- Camos, V. y Barrouillet, P. (2004). Adult counting is resource demanding. *British Journal of Psychology*, 9, 19-30.
- Das, J.P. (1988). Simultaneous-successive processing and planning. En R. Schmeck (Ed.), *Learning Styles and learning strategies* (pp. 101-129). Nueva York: Plenum.
- Das, J.P., Naglieri, J.A. y Kirby, J.R. (1994). *Assessment of cognitive processes: The PASS theory of intelligence*. Boston: Allyn & Bacon.
- Deaño M. (2005). *D.N: CAS (Das-Naglieri: Sistema de Evaluación Cognitiva) Adaptación Española*. Ourense: Gersam.
- 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, Spain: AEDES.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. Nueva York: Oxford University Press.
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B. y Ghesquière, P. (2009a). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201.
- De Smedt, B., Verschaffel, L. y Ghesquière, P. (2009b). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 469-479.
- Durand, M., Hulme, C., Larkin, R. y Snowling, M. (2005). The cognitive foundations of reading and arithmetic skills in 7- to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 113-136.
- 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.
- Fürst, A.J. y Hitch, G.J. (2000). Different roles for executive and phonological components of working memory and mental arithmetic. *Memory and Cognition*, 28(5), 774-782.
- 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 Samaranyake, 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.
- Geary, D.C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J. y DeSoto, M. C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 121-151.
- 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.
- Geary, D.C., Hoard, M.K., Nugent, L. y Byrd-Craven, J. (2007). Strategy use, long-term memory and working memory capacity. 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. 83-105). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Geary, D.C., Hoard, M.K., Nugent, L. y Byrd-Craven, J. (2008). Development of number line repre-

- sentations in children with mathematical learning disability. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 277-299.
- Heathcote, D. (1994). The role of visuo-spatial working memory in the mental addition of multi-digit addends. *Cahiers de Psychologie/Current Psychology of Cognition*, 13, 207-245.
- 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.
- Holloway, I. y Ansari, D. (2010). Mapping numerical magnitudes onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 17-29.
- Iglesias-Sarmiento, V. (2009). *Dificultades de aprendizaje en el dominio aritmético y en el procesamiento cognitivo subyacente*. (Tesis doctoral, Universidad de Vigo, 2008). Ann Arbor, MI: ProQuest LLC/ UMI Dissertation Publishing. (UMI No. AAT 3386296)
- Iglesias-Sarmiento, V. y Carriedo, N. (en prensa). Updating executive function and performance in reading comprehension and problem solving. *Anales de Psicología*.
- Iglesias-Sarmiento, V. y Deaño, M. (2011). Cognitive Processing and Mathematical Achievement: A Study with Schoolchildren between 4th and 6th Grade of Primary Education. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 570-583.
- 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.
- 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, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year old students. *Cognition*, 93, 99-125.
- 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.
- Rousselle, L. y Noël, M. P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning dis-

PREDICTORES DEL RENDIMIENTO ARITMÉTICO EN 4º DE EDUCACIÓN PRIMARIA
PREDICTORS OF ARITHMETICAL ACHIEVEMENT IN PRIMARY EDUCATION 4TH-GRADERS

- abilities: A comparison of symbolic vs. non-symbolic number magnitude. *Cognition*, 102, 361–395.
- Siegler, R. S. (1987). The perils of averaging data over strategies: An example from children's addition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 250-264.
- 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.
- Swanson, L. y Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence*, 35, 151–168.
- Trbovich, P.L. y LeFevre, J. (2003). Phonological and visual working memory in mental addition. *Memory y Cognition*, 31, 738 – 745.
- Warrick, P.D. (1989). *Investigation of the PASS model (planning, attention, simultaneous, successive) of cognitive processing and mathematics achievement*. Tesis doctoral no publicada, Ohio State University, Columbus.
- Wechsler, D. (1974). *Manual for the Wechsler intelligence scale for children (revised)*. Nueva York: Psychological Corporation [Escala de Inteligencia de Wechsler para niños-Revisada (WISC-R), 1993. Madrid: TEA].
- Wu, S.S., Meyer, M.L., Maeda, U., Salimpoor, V., Tomiyama, S., Geary, D.C. y Menon, V. (2008). Standardized assessment of strategy use and working memory in early mental arithmetic performance. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 365-393.