

Papel de la Motivación y el funcionamiento ejecutivo en las habilidades matemáticas de los alumnos de Educación Infantil

Role of Motivation and executive functioning in math skills of students in kindergarten

Jose Antonio Rodríguez
Universidad Jaume I de Castellón

Resumen

En el presente trabajo se analiza la magnitud de la relación entre las habilidades matemáticas iniciales y diferentes variables de motivación y funcionamiento ejecutivo. Para ello se evaluaron 46 sujetos de último curso de educación infantil de la provincia de Castellón. Se han utilizado: una prueba específica para la evaluación de las habilidades matemáticas básicas, diferentes pruebas clínicas de inhibición, memoria a corto plazo y memoria de trabajo y un cuestionario de motivación para los profesores. Los resultados muestran importantes relaciones entre las diferentes variables analizadas. Los resultados confirman que tanto las variables de motivación como las medidas de funcionamiento ejecutivo tienen poder predictivo significativo sobre las habilidades matemáticas básicas en esta etapa educativa.

Palabras clave: Habilidades matemáticas, funcionamiento ejecutivo, motivación, preescolares, trabajo fin de máster.

Abstract

In this paper we analyze the magnitude of the relationship between initial math skills and different variables of motivation and executive functioning. We evaluated 46 subjects in their final year of primary education in the province of Castellón. We used: a specific test for the evaluation of basic math skills, different clinical tests of inhibition, short-term memory and working memory and motivation questionnaire for teachers. The results show important relationships between different variables. The results confirm that both motivational variables such as executive functioning measures have significant predictive power on basic math skills in this educational stage.

Keywords: Mathematical skills, executive function, motivation, preschoolers, master thesis work.

Introducción

A lo largo de la etapa educativa aprendemos a desenvolvernos en ámbitos variados. No obstante, es conocido por todos, que estos aprendizajes no se realizan al mismo ritmo por las personas. Han sido diversos los estudios realizados a lo largo de la historia sobre las diferencias en los procesos lectores o escritores, aunque no tantos se han centrado en el aprendizaje que afecta a las matemáticas.

El aprendizaje en el campo matemático, y sus dificultades, ha sido explicado desde diferentes enfoques que inciden en la importancia de determinadas habilidades matemáticas básicas para los posteriores aprendizajes. Desde un modelo piagetiano, la necesidad de adquisición de una serie de operaciones lógicas (seriación, clasificación, conservación e inclusión) es un factor básico para el buen desarrollo posterior en aprendizajes matemáticos. Estudios recientes dan soporte a la relación entre estas habilidades y los posteriores logros en este ámbito (Desoete, Ceulemans, Roeyers y Huylebroeck, 2009; Navarro, et al. 2011, Nunes, et al., 2007).

Para otros, las habilidades de conteo, donde se incluyen tanto los aspectos cognitivos (conceptual counting knowledge, desde ahora CCK) como procedimentales (procedural counting knowledge, desde ahora PCK) explican mejor que las operaciones lógicas el futuro aprendizaje de la aritmética (Geary y Hoard, 2005, Fuchs et al., 2013, Stock, Desoete y Roeyers 2009, 2010).

Una tercera línea más actual apunta que la capacidad de numerosidad, entendida como la habilidad de intuir el número de objetos en un conjunto y sus relaciones

(subitizing), también diferencia a los sujetos en el aprendizaje de las matemáticas (Schleifeld y Lander, 2011). Dentro de este enfoque, Butterworth (2003; 2005; 2010) tras una revisión de trabajos sobre desarrollo infantil, neuropsicológicos, genéticos y de neuroimagen, concluye que la idea de numerosidad, es la que mejor explica el desarrollo de las habilidades aritméticas y sus dificultades. En la misma línea, Andersson (2010) y Andersson y Östergren (2012) sostienen que según sus hallazgos los problemas en las matemáticas son debidos a un déficit en una capacidad específica para elaborar y comprender los números y realizar operaciones aritméticas con ellos (hipótesis del módulo numérico defectuoso, Landerl, Bevan y Butterworth, 2004).

Función ejecutiva y habilidades matemáticas

Otras variables han sido apuntadas como moduladoras del desarrollo matemático. Autores como Geary y Hoard (2005) y Geary, Hoard y Nugent (2012) destacan, como predictores de la competencia matemática, algunos sistemas cognitivos subyacentes. Según estos autores, el rendimiento matemático dependerá de la forma en que está representada la información conceptual y/o procedimental en nuestra memoria a corto y largo plazo y de cómo esa información es gestionada por los procesos centrales de control ejecutivo.

Las funciones ejecutivas son habilidades cognitivas, que guardan entre sí una relación. Incluyen habilidades vinculadas a la capacidad de organizar y planificar una tarea, seleccionar apropiadamente los objetivos, iniciar un plan y sostenerlo en la mente mientras se ejecuta, inhibir las distracciones, cambiar de estrategias de modo flexible y autorregular y controlar el curso de la acción para asegurarse

que la meta propuesta esté en vías de lograrse.

Estas funciones ejecutivas (inhibición, memoria de trabajo, planificación, flexibilidad cognitiva, ...) parecen ser fundamentales para el logro de metas escolares y laborales, ya que condicionan y organizan procesos cognoscitivos básicos, como atender, mantener y transformar de forma adecuada la información requerida para un comportamiento propositivo. Por este motivo, la alteración de estas funciones puede limitar la capacidad del individuo para mantener una vida independiente y productiva, aunque se encuentren intactas otras habilidades cognoscitivas.

Algunas investigaciones han encontrado relaciones significativas entre las medidas de planificación, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo en último curso de preescolar, con el posterior rendimiento en matemáticas (Bull, Espy y Wiebe, 2008; Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson y Grimm, 2009; Clark, Pritchard y Woodward, 2010). Con un diseño longitudinal, el trabajo de Toll, Van der Ven, Kroesbergen y Van Luit (2011) encuentra que, entre un conjunto de funciones ejecutivas, sólo las tres tareas de memoria de trabajo y una tarea de inhibición predecían la pertenencia al grupo de estudiantes con dificultades de aprendizaje en las matemáticas. Pero lo que es más sorprendente, concluyen que la memoria de trabajo predijo las dificultades de aprendizaje de las matemáticas mostrando un valor predictivo superior al que tenían las habilidades preparatorias para las matemáticas (Toll et al., 2011).

Con niños más mayores se han encontrado resultados en la misma línea. Por ejemplo, Acosta et al. (2012) informan que el grupo con dificultades en la resolución de problemas matemáticos, obtuvo menores

puntuaciones en memoria de trabajo verbal y viso-espacial, inhibición y atención. Existen, por último, también evidencias de que la inhibición, junto con la memoria de trabajo verbal y viso-espacial, predicen el rendimiento matemático de niños con trastornos de atención (TDAH) en tareas de comprensión numérica y cálculo (Miranda, Colomer, Fernández y Presentación, 2012).

Motivación y habilidades matemáticas

Lo especialmente interesante de este estudio de Miranda et al. (2012) es que, en conjunto, fueron las variables motivacionales las que predijeron los procesos matemáticos por encima del valor predictivo de las funciones ejecutivas. Concretamente, la ansiedad, la actitud, las atribuciones causales y el autoconcepto mostraron un papel significativo en la predicción de la mayoría de los procesos matemáticos en niños con TDAH.

Otros estudios apuntan a una estrecha relación entre dificultades de aprendizaje de las matemáticas y problemas motivacionales (Birchwood y Daley, 2012, Volpe et al., 2006; Closas, Sanz de Acedo y Ugarte, 2011). Miñano y Castejón (2011) informan de la necesidad de incluir factores motivacionales en la formación, ya que, el conjunto de variables cognitivo-motivacionales utilizadas en su trabajo (aptitud, autoconcepto, indefensión, internalización del éxito, internalización del fracaso, orientación hacia metas de aprendizaje y orientación hacia metas de rendimiento) explican un 70% de la varianza total en el rendimiento final.

En síntesis, parece claro que la competencia matemática en las etapas posteriores va a depender del adecuado desarrollo de habilidades matemáticas básicas en los primeros años y que parece estar relacionada con variables cognitivas generales, especialmente con

inhibición y memoria de trabajo. También parece clara la importancia de diferentes factores motivacionales para un adecuado desarrollo matemático. Son necesarios estudios que profundicen en la aportación conjunta de estas variables cognitivas y motivacionales que han mostrado su relevancia aisladamente.

Objetivo

En la línea de investigación de los autores anteriormente citados, en este trabajo se pretenden tres objetivos enlazados entre sí: 1) analizar la magnitud de la relación de las funciones ejecutivas con las habilidades matemáticas; 2) explorar la relación de variables motivacionales con las habilidades matemáticas básicas; y 3) analizar el poder predictivo de las variables de funcionamiento ejecutivo y de motivación sobre las habilidades matemáticas. Lo innovador de la propuesta reside en la inclusión de la motivación y las funciones ejecutivas en un mismo estudio sobre las habilidades matemáticas, existen pocos trabajos que lo han llevado a cabo, y son menores los que se han realizado para sujetos de infantil.

Se espera, por un lado, que las pruebas de funcionamiento ejecutivo correlacionen con las habilidades matemáticas, especialmente la memoria de trabajo. Por otro lado, es esperable que las variables motivacionales muestren correlaciones elevadas con las habilidades matemáticas.

Finalmente, se espera que el poder predictivo en general de las variables motivacionales sea mayor que el del funcionamiento ejecutivo.

Método

Participantes

Los 46 sujetos ($N_{chicas}=20$, $N_{chicos}=26$) con una media de edad de 5

años y 10 meses ($D.T.=3.96$ meses, [5.4-6.3] años) que forman la muestra final de este estudio, cursan tercer nivel del 2º ciclo educación infantil. Proviene de 8 aulas de 3 colegios (2 públicos, 1 concertado) de la provincia de Castellón. Los niños fueron seleccionados al azar, 6 de cada clase, una vez descartados aquellos sujetos con algún trastorno del desarrollo o emocional severo. Para el cálculo de CI equivalente se utilizaron dos subpruebas, cuadrados y vocabulario, de la escala de inteligencia de Wechsler para preescolar y primaria (WPPSI, Wechsler, 1996) y se siguió el procedimiento indicado por Sattler (1982).

Medidas

Se han utilizado tres conjuntos de medidas para evaluar las habilidades matemáticas básicas, las funciones ejecutivas y la motivación.

Tedi-Math (Grégoire, Noël y Van Nieuwenhoven, 2005): Como medida de habilidades matemáticas se ha utilizado este instrumento cuyo ámbito de aplicación abarca desde 4 hasta 8 años. Se han aplicado todas las pruebas correspondientes a la edad de 5 años. Concretamente se han evaluado: a) habilidades procedimentales de *contar* o *PCK* (contar una serie desde cero; empezando por un número; hasta un número; entre un intervalo de dos cifras, etc); b) *numerar CCK* (enumerar conjuntos de imágenes y reconocer la cardinalidad mediante preguntas como ¿cuántos hay en total?; ¿y si se contaran empezando desde el último?; ¿cuántos había una vez desaparecida la imagen?, etc); c) *reconocimiento del sistema numérico arábigo* (discriminar números en un conjunto de signos presentados); d) *reconocimiento del sistema numérico oral* (discriminar números en un conjunto de palabras presentadas oralmente); e) *operaciones lógicas* (tareas clásicas de seriación,

clasificación, conservación e inclusión); f) *operaciones aritméticas con apoyo en imágenes*; g) *con enunciado aritmético*; y h) *con enunciado verbal*; y i) *subitizing* o estimación de tamaño (comparación intuitiva de diferentes conjuntos de puntos negros presentados durante un segundo). El Tedi-math ha obtenido en las pruebas de validez de constructo puntuaciones entre .698 y .861.

Motivacionales

Preschool Learning Behaviors Scale (PLBS; McDermott, Green, Francis y Stott, 2000) es un cuestionario de motivación hacia el aprendizaje dirigido a los profesores. Consta de 29 ítems de escala likert de tres opciones: *muy a menudo, a veces y casi nunca*. Además de una puntuación total de motivación hacia el aprendizaje, proporciona información sobre tres factores motivacionales específicos: a) *competencia* o percepción del niño sobre su propia capacidad para realizar aprendizajes (mediante ítems como “Dice que las tareas son demasiado difíciles sin ni tan siquiera intentar resolverlas” o “Muestra resistencia a la hora de enfrentarse a una tarea nueva”). b) *Atención/persistencia* evalúa la capacidad de mantener la atención hasta conseguir la meta de la tarea (“Se implica en las tareas en la medida en que se esperaría que lo hiciera para su edad”, “Presta atención a lo que se le dice”); y c) *actitud* positiva frente al aprendizaje, (“Muestra poco interés en agradar al profesor”, “Es reactivo a recibir ayuda incluso cuando una actividad es demasiado difícil”). Los factores específicos del cuestionario obtuvieron una consistencia interna de $r_s = .87, .88$ y $.78$ respectivamente en los análisis realizados por los autores.

Función ejecutiva

Stroop sol/luna: Del inglés “Sun-Moon Stroop” (Archibald y Kerns, 1999). Evalúa la capacidad inhibitoria por medio de dos hojas similares que combinan dibujos de soles y lunas dispuestos al azar. En la primera hoja el sujeto debe decir lo que ve en el dibujo. Se toma como puntuación el número de estímulos que es capaz de verbalizar en 45 segundos. Seguidamente se le presenta la segunda hoja y debe verbalizar, otra vez en 45 segundos, la respuesta contraria a la que se muestra en el dibujo, es decir, si hay un sol dirá luna y viceversa. La puntuación se obtiene de las respuestas que el sujeto ha sido capaz de acertar en el segundo ensayo, con interferencia.

Golpeteo: Subprueba del NEPSY-II (Korkman, Kirk y Kemp, 2007) que mide inhibición. El niño debe reproducir una serie de 12 estímulos auditivos que se le presentan por medio de golpecitos en la mesa (1 ó 2 golpes). A continuación se le presentan 12 estímulos más, pero en este caso no repite lo oído sino que si escucha un golpe deberá realizar dos y viceversa. La variable utilizada ha sido la cantidad de ítems correctos del segundo ensayo.

Dígitos directos: Subprueba extraída de Pickering, Baqués y Gathercole (1999). Utilizada para evaluar la memoria verbal a corto plazo. Se presentan series numéricas con longitudes desde 2 hasta 9 dígitos que el niño debe repetir en el mismo orden. La prueba se detiene cuando comete errores en 3 o más secuencias de las 4 que completan una determinada longitud. Tomamos como variable la cantidad de ensayos superados.

Dígitos inversos: Subprueba extraída de Pickering, Baqués y Gathercole (1999). Se mide la capacidad de memoria de trabajo verbal. Se pide al evaluado que repita números, con longitud de 2 hasta 9 dígitos, pero en este caso en orden inverso (por ejemplo, ante el estímulo “2-4-5” se

debe responder “5-4-2”). Se detiene la prueba si falla en 3 de 4 ítems dentro de una misma serie. Tomamos como variable la cantidad de ítems acertados.

Conteo (ver Siegel y Ryan, 1989). Esta prueba evalúa la memoria de trabajo verbal. Para su aplicación se presentan tarjetas con puntos azules y amarillos. El niño debe contar y memorizar los puntos azules de cada tarjeta y cuando aparece una hoja en blanco recordar los números que había contado en las tarjetas anteriores y en el mismo orden que habían aparecido. Están organizadas en series de cuatro ítems que aumentan su dificultad (desde 2 números a recordar hasta 4). Se para la prueba cuando el niño no es capaz de acertar al menos 2 ensayos de la misma serie. La variable utilizada es la cantidad de ensayos superados.

Odd-one-out. Prueba similar a la anterior para evaluar la memoria de trabajo viso-espacial. Para ello se presentan diferentes series de láminas con tres figuras donde una es diferente. El alumno debe señalar y recordar su posición respecto las demás, izquierda-centro-derecha (ver Henry y MacLean, 2003). Al final de cada serie aparece una hoja con filas de 3 cuadros en blanco (tantas como estímulos hay en la serie) y el sujeto debe señalar dónde estaba la figura diferente en cada lámina. La dificultad aumenta desde una hasta cuatro posiciones (láminas) a recordar. Se usa como variable la cantidad de aciertos

Laberintos: Subprueba extraída de Pickering, Baqués y Gathercole (1999). Mide la memoria viso-espacial a corto plazo. Para ello, la información a recordar se presenta en forma de rutas bidimensionales a través de laberintos simples que se presentan hasta que el niño está dispuesto a reproducirla. Ante un laberinto similar pero en blanco, el niño no debe solucionar el laberinto, sino copiar la ruta seguida en el modelo presentado anteriormente. El nivel de

dificultad se incrementa cada cuatro laberintos hasta un máximo de doce de ellos. No accede al nivel siguiente de dificultad si el sujeto no es capaz de recordar correctamente al menos 3 de ellos. La variable utilizada es la cantidad de laberintos correctos.

Procedimiento

Los sujetos fueron evaluados durante el mes de mayo, individualmente en su centro escolar. Tras la obtención de la autorización de los padres y una vez seleccionados los sujetos, la aplicación de las pruebas se realizó en 2 sesiones de 45 minutos. En una sesión se aplicó el Tedi-Math, y en la otra el conjunto de pruebas de funciones ejecutivas y las subpruebas del WPPSI (Wechsler, 1996). El orden de las sesiones y de las pruebas fue aleatorio a lo largo de la aplicación a los diferentes niños. En la primera sesión se entregó a los maestros-tutores el Preschool Learning Behaviors Scale (PLBS, McDermott et al., 2000).

Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico el software utilizado fue el paquete estadístico SPSS 19.0. Se realizaron los análisis de normalidad y se realizaron correlaciones de Pearson entre los resultados de las pruebas de habilidades matemáticas, por un lado, con las pruebas de funcionamiento ejecutivo y, por otro, con los resultados de motivación. Se terminó con el análisis de regresión lineal múltiple por pasos sucesivos, en el primer bloque se introdujeron las variables motivacionales y en el segundo bloque las de funcionamiento ejecutivo, las variables dependientes fueron las diferentes habilidades matemáticas.

Resultados

Los resultados obtenidos en el

Tabla 1

Resultados de las Correlaciones de Pearson entre puntuaciones de Funcionamiento Ejecutivo y Habilidades Matemáticas

	Dígitos Directos	Dígitos Inversos	Conteo	Laberintos	Odd One Out	Punteo	Stroop
Contar	.325*	.559***	.476**	.467**	.410**	.451**	.651***
Numerar	.349*	.311*	.359*	.291*	.154	.132	.273
S.N. Árabeto	.271	.235	.435**	.447**	.192	.241	.419**
S.N. Oral	.332*	.284	.347*	.094	.574***	.489**	.225
O. Lógicas	.404**	.610***	.490**	.479**	.395**	.370*	.422**
O. Imágenes	.355*	.532***	.541***	.356*	.206	.212	.385**
O. Enun. Aritmético	.418**	.402**	.479**	.542***	.240	.407**	.618***
O. Enun. Verbal	.573***	.630***	.550***	.490**	.424**	.489**	.678***
Subitizing	.339*	.331*	.481**	.169	.568***	.588***	.258

S.N.: Sistema Numérico, O.: Operaciones y Enun.: Enunciado

*p < .05 **p < .01 ***p < .001

análisis de correlaciones entre las medidas de funcionamiento ejecutivo y las habilidades matemáticas, tabla 1, resultan positivos para todos los casos. Correlacionan significativamente con la variable contar todas las variables analizadas, dígitos directos (r=.325; p=.027), dígitos inversos (r=.559; p=.000), conteo (r=.476; p=.001), laberintos (r=.467; p=.001), odd-one-out (r=.410; p=.005), punteo (r=.451; p=.002) y stroop (r=.651; p=.000). Con numerar correlacionan significativamente dígitos directos (r=.349; p=.018), dígitos inversos (r=.311; p=.035), conteo (r=.359; p=.014) y laberintos (r=.291; p=.050). Con la habilidad de reconocimiento del sistema numérico árabeto correlacionan significativamente conteo (r=.435; p=.003), laberintos (r=.447; p=.002) y stroop (r=.419; p=.004). Con el reconocimiento del sistema numérico oral, las pruebas que correlacionan de manera significativa son dígitos directos

(r=.332; p=.024), conteo (r=.347; p=.018), odd-one-out (r=.574; p=.000) y punteo (r=.489; p=.002). Con las operaciones lógicas, dígitos directos (r=.404; p=.005), dígitos inversos (r=.610; p=.000), conteo (r=.490; p=.001), laberintos (r=.479; p=.001), odd-one-out (r=.395; p=.007), punteo (r=.370; p=.011) stroop (r=.422; p=.004) correlacionan significativamente. Con la prueba de operaciones aritméticas con apoyo en imágenes correlacionan significativamente dígitos directos (r=.355; p=.016), dígitos inversos (r=.532; p=.000), conteo (r=.541; p=.000), laberintos (r=.356; p=.015) y stroop (r=.385; p=.008). Para las operaciones aritméticas con enunciado aritmético las correlaciones significativas son con dígitos directos (r=.418; p=.004), dígitos inversos (r=.402; p=.006), conteo (r=.479; p=.000), laberintos (r=.542; p=.001), punteo (r=.407; p=.005) y

stroop($r=.618$; $p=.000$). Con las operaciones aritméticas con enunciado verbal correlacionan significativamente dígitos directos ($r=.573$; $p=.000$), dígitos inversos ($r=.630$; $p=.000$), conteo ($r=.550$; $p=.000$), laberintos ($r=.490$; $p=.001$), odd-one-out ($r=.424$; $p=.003$), punteo ($r=.489$; $p=.001$) y stroop ($r=.678$; $p=.000$). El subitizing con dígitos directos ($r=.339$; $p=.021$), dígitos inversos ($r=.331$; $p=.025$), conteo ($r=.481$; $p=.001$), odd-one-out ($r=.568$; $p=.000$) y punteo ($r=.588$; $p=.000$).

En la tabla 2 se muestran los resultados correspondientes al análisis de las correlaciones entre medidas de habilidades matemáticas y el conjunto de motivación, los coeficientes de Pearson son todos positivos.

Son significativos los resultados obtenidos para las correlaciones entre: a) contar y competencia ($r=.401$; $p=.006$), atención/persistencia ($r=.412$; $p=.004$) y PLBS total ($r=.393$; $p=.007$); b) Sistema numérico arábigo y

competencia ($r=.300$; $p=.043$), atención/persistencia ($r=.312$; $p=.035$) y Plbs total ($r=.306$; $p=.039$), c) Operaciones Lógicas y competencia ($r=.372$; $p=.011$), atención/persistencia ($r=.338$; $p=.022$) y Plbs total ($r=.345$; $p=.019$) d) Operaciones aritméticas con apoyo de imágenes y competencia ($r=.367$; $p=.012$), atención/persistencia ($r=.327$; $p=.027$) y Plbs total ($r=.339$; $p=.021$), e) Operaciones aritméticas con enunciado aritmético y competencia ($r=.318$; $p=.031$), atención/persistencia ($r=.375$; $p=.010$) y Plbs total ($r=.340$; $p=.021$), f) Operaciones aritméticas con enunciado verbal y competencia ($r=.512$; $p=.000$), atención ($r=.565$; $p=.000$), actitud ($r=.339$; $p=.021$) y Plbs total ($r=.537$; $p=.000$). Cabe destacar que ni CCK, ni reconocimiento del sistema numérico oral ni tampoco estimación de tamaño han obtenido correlación no debida a la casualidad estadística con ninguna variable motivacional.

Tabla 2

Resultados de las Correlaciones de Pearson entre Medidas de Habilidades Matemáticas y Motivación.

	Competencia	Aten./Persist.	Actitud	Plbs Total
Contar	.401**	.412**	.169	.393**
Numerar	.284	.246	.205	.277
S.N. Arábigo	.300*	.312*	.202	.306*
S.N. Oral	.171	.137	.151	.166
O. Lógicas	.372*	.338*	.170	.345*
O. Imágenes	.367*	.327*	.162	.339*
O. Enun. Aritmético	.318*	.375*	.199	.340*
O. Enun. Verbal	.512***	.565***	.339*	.537***
Subitizing	.273	.177	.237	.249

Aten.: Atención, Persist.: Persistencia, S.N.: Sistema Numérico, O.: Operaciones y Enun.: Enunciado.

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

En la tabla 3 se muestran los resultados de los análisis de regresión de las variables de motivación y funcionamiento ejecutivo sobre las habilidades matemáticas. Se introdujo

las variables de motivación (método pasos sucesivos) y las de funcionamiento ejecutivo en el segundo bloque (método pasos sucesivos).

La varianza total de las puntuaciones obtenidas para la subprueba de contar ha sido predicha en

un 54.9% por la competencia ($\Delta R^2=.150$ $p=.007$), actitud ($\Delta R^2=.085$; $p=.003$), stroop ($\Delta R^2=.265$; $p=.000$) y punteo

Tabla 3

Resultados de los Análisis de Regresión de las Variables de Motivación y de Funcionamiento Ejecutivo sobre las Habilidades Matemáticas

HHMM/Predictores	Beta	R	R ²	ΔR^2	F
<i>Contar</i>					
Competencia	.517	.387	.150	.150	7.924**
Actitud	-.409	.484	.235	.085	6.746**
Stroop	.631	.707	.499	.265	14.302***
Punteo	.248	.741	.549	.050	12.805***
<i>Numerar</i>					
Dígitos directos	.329	.329	.108	.108	5.466*
<i>S.N. arábigo</i>					
Aten/Persist	.025	.331	.109	.132	5.532*
Laberintos	.389	.500	.250	.113	7.340**
Conteo	.367	.592	.351	.099	7.743***
<i>S.N. oral</i>					
Odd-one-out	.574	.574	.329	.329	22.079***
<i>O. lógicas</i>					
Competencia	-.056	.383	.147	.147	7.748**
Dígitos inversos	.155	.613	.376	.229	13.273***
Laberintos	.103	.692	.478	.102	13.146***
Conteo	.108	.733	.537	.059	12.193***
<i>O. imágenes</i>					
Competencia	-.017	.354	.126	.126	6.460*
Dígitos inversos	.373	.537	.288	.163	8.918**
Conteo	.365	.617	.381	.092	8.819***
<i>O. Enun. aritmético</i>					
Aten/Persist	-.011	.376	.141	.141	7.413**
Stroop	.338	.627	.393	.251	14.224***
Laberintos	.329	.679	.461	.068	12.252***
Conteo	.297	.723	.523	.062	11.495***
<i>O. Enun. verbal</i>					
Aten/Persist	.273	.579	.335	.335	22.659***
Stroop	.426	.733	.537	.202	25.526***
Dígitos directos	.303	.779	.607	.070	22.146***
<i>Subitizing</i>					
Punteo	.416	.589	.346	.346	23.846***
Odd-one-out	.364	.670	.449	.103	17.941***

HHMM: Habilidades matemáticas, S.N.: Sistema numérico, O.: Operaciones, Enun.: Enunciado, Aten/Persist: Atención/Persistencia.

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

($\Delta R^2=.050$ $p=.000$). Solamente dígitos directos ha sido predictor de numerar en un 10.8% de la varianza ($\Delta R^2=.108$; $p=.024$). La atención/persistencia ($\Delta R^2=.132$; $p=.023$), los laberintos ($\Delta R^2=.113$; $p=.002$) y el conteo ($\Delta R^2=.099$; $p=.000$) explican un 35.1% de la varianza de la subprueba de reconocimiento del sistema numérico arábigo. El predictor de reconocimiento del sistema numérico oral es odd-one-out ($\Delta R^2=.329$; $p=.000$) que explica el 32.9% de la varianza. Las operaciones lógicas son predichas por la competencia ($\Delta R^2=.147$; $p=.008$), dígitos inversos ($\Delta R^2=.229$; $p=.000$), laberintos ($\Delta R^2=.102$; $p=.000$) y conteo ($\Delta R^2=.059$ $p=.000$) con un peso de un 53.7% de la varianza. Las operaciones aritméticas con apoyo en imágenes son predichas por 3 variables, a saber, competencia ($\Delta R^2=.126$; $p=.015$), dígitos inversos ($\Delta R^2=.163$; $p=.001$) y el conteo ($\Delta R^2=.092$; $p=.000$), explican el 38.1% de la varianza. El 52.3% de la varianza de las operaciones aritméticas con enunciado aritmético lo explican atención/persistencia ($\Delta R^2=.141$; $p=.009$), stroop ($\Delta R^2=.251$; $p=.000$), laberintos ($\Delta R^2=.068$ $p=.000$) y conteo ($\Delta R^2=.062$; $p=.000$). La atención/persistencia ($\Delta R^2=.335$; $p=.000$), stroop ($\Delta R^2=.202$; $p=.000$) y los dígitos directos ($\Delta R^2=.070$; $p=.000$) son los predictores de las operaciones aritméticas con enunciado verbal, en conjunto explican el 60.7% de la varianza. Por último, los resultados obtenidos en subitizing los predicen punteo ($\Delta R^2=.346$; $p=.054$) y el Odd-one-out ($\Delta R^2=.103$; $p=.000$) que explican el 44.9% de la varianza total.

Discusión

El primer objetivo de este estudio ha sido examinar la relación existente entre diferentes habilidades matemáticas y las funciones ejecutivas de memoria (a corto plazo, verbal y

viso-espacial; de trabajo, verbal y viso-espacial) e inhibición (tarea visual y auditiva). Los resultados muestran una estrecha relación en todos los casos. Es más, para algunas habilidades matemáticas (contar, operaciones lógicas y operaciones con enunciado verbal) las correlaciones son significativas con todas las pruebas de funcionamiento ejecutivo utilizadas.

También es importante destacar que no aparecen diferencias importantes entre las correlaciones de las diferentes habilidades matemáticas consideradas nucleares desde los diferentes modelos matemáticos (operaciones lógicas/modelo piagetiano; contar y numerar/neopiagetiano, estimación de tamaño/subitizing) y las funciones ejecutivas. Todas estas tareas matemáticas correlacionan de forma significativa con memoria de trabajo e inhibición, con la única excepción de la tarea de numerar que correlaciona únicamente con memoria de trabajo. Destaca la importante correlación entre las *operaciones lógicas*, habilidades matemáticas nucleares según el modelo piagetiano, y la memoria de trabajo verbal (evaluada con dígitos inversos y conteo). Los resultados en *contar* destacan por las especiales correlaciones con inhibición (stroop sol/luna y punteo) y memoria de trabajo verbal (dígitos inverso y conteo). En relación a la capacidad de numerosidad, la subprueba de estimación de tamaño presenta correlaciones destacadas con inhibición (punteo) y memoria de trabajo, en este caso viso-espacial (odd-one-out).

También las diferentes medidas de rendimiento utilizadas (operaciones matemáticas con imágenes, con enunciado aritmético y especialmente con enunciado verbal) presentan una relación significativa con la inhibición y la memoria de trabajo verbal. Estos resultados van en la línea de los recogidos por Acosta et al. (2012),

Geary y Hoard (2005), Geary, Hoard y Nugent (2012) y Toll et al. (2011).

En segundo objetivo se ha analizado la relación entre las habilidades matemáticas y diferentes medidas de motivación evaluadas a partir de un cuestionario cumplimentado por los profesores. Los resultados, en la línea de los informados por Birchwood y Daley, (2012), Miñano y Castejón (2011) y Volpe et al., (2006), ponen de manifiesto una relación directa entre ambos grupos de variables, aunque menor que la encontrada entre matemáticas y funciones ejecutivas. Dos variables motivacionales, la competencia y la atención/persistencia, correlacionan significativamente con seis de las nueve habilidades matemáticas analizadas (contar, sistema numérico arábigo, operaciones lógicas, operaciones con imágenes, operaciones con enunciado numérico y verbal). En relación a la actitud, únicamente presenta relaciones significativas con operaciones matemáticas con enunciado verbal, que es la habilidad matemática que presenta relaciones especialmente elevadas con todas variables motivacionales. Por último, numerar, sistema numérico oral y estimación de tamaño no correlacionan con ninguna variable motivacional. Dos resultados son especialmente destacables en relación a este segundo objetivo. En primer lugar la falta de correlación de las habilidades matemáticas con la actitud evaluada por el maestro. Esto puede deberse a características del instrumento utilizado o también probable que todavía no existan conductas estables ni variaciones importantes en relación a la actitud en los niños de esta etapa educativa. El segundo aspecto destacable es la relación inexistente entre la prueba de numerosidad y la motivación. Probablemente los defensores del modelo lo explicarían en base a la naturaleza genética de la habilidad

implicada (Butterworth, 2003, 2005, 2010).

En tercer lugar, se ha analizado el poder predictivo conjunto de las variables motivacionales y de funcionamiento ejecutivo sobre las habilidades matemáticas. Los resultados obtenidos muestran que ambos grupos de factores tienen un peso significativo en la predicción de las habilidades matemáticas. En este sentido, nuestros resultados no son coincidentes con los informados por Miranda et al. (2012) que destacaban una influencia mayor de las variables de motivación. Es posible que características de los sujetos del estudio de Miranda et al. (2012) expliquen esta divergencia. Los niños de su estudio son más mayores y probablemente tienen ya un extenso historial de fracasos académicos relacionado con su TDAH que justificaría la existencia de mayores problemas de motivación frente a las tareas matemáticas. Pese a esta pequeña divergencia, podemos concluir que al igual que sucede en el estudio realizado por Miranda et al. (2012) la memoria de trabajo verbal y viso-espacial, la inhibición y los factores motivacionales tienen relación estrecha con las habilidades matemáticas. Nuestros hallazgos confirman que también en los sujetos de educación infantil parece encontrarse esta relación.

De entre todos los resultados obtenidos es importante destacar que la inhibición y la motivación (competencia/atención) predicen el 55% de la varianza de la prueba de numerar; que un 53.7% de la varianza de operaciones lógicas es explicada por competencia, memoria a corto plazo viso-espacial y sobre todo por memoria de trabajo verbal (28.8%). También la memoria de trabajo verbal, con una aportación menor de la visoespacial, puede predecir el 44.9% de la varianza de la subprueba de estimación de tamaño. Es importante resaltar

igualmente que, en las subpruebas de rendimiento matemático, operaciones aritméticas con enunciado aritmético y con enunciado verbal, la atención/persistencia, el control inhibitorio y la memoria tienen un peso predictor superior al 50% de la varianza total. En síntesis, en todas estas habilidades matemáticas las funciones ejecutivas de inhibición y memoria (especialmente la memoria de trabajo verbal) junto con la motivación predicen alrededor del 50% de varianza obtenida. Estos resultados son acordes con estudios anteriores (Toll et al., 2011) con la pequeña salvedad del papel especialmente destacado en nuestro estudio de los procesos de inhibición. Es probable que esta función ejecutiva sea especialmente determinante en estas edades tempranas y que la memoria de trabajo desempeñe un papel fundamental en todas las etapas del desarrollo.

Entre las limitaciones de este estudio hay que destacar el reducido tamaño y la localización de la muestra utilizada. También que la utilización de pruebas clínicas de funcionamiento ejecutivo puede afectar a la generalización de las conclusiones. Sería conveniente realizar futuras investigaciones con muestras más amplias utilizando medidas más ecológicas de funcionamiento ejecutivo, como el Behavior rating inventory of executive function (BRIEF, Gioia, Isquit, Guy y Kenworthy, 2000)

Entre las aplicaciones prácticas que se derivan del estudio, destaca la conveniencia de incluir en la escuela tareas de entrenamiento de funciones ejecutivas en Educación Infantil, especialmente de inhibición y memoria de trabajo verbal. El programa de Adele Diamond para la primera infancia, Tools of the Mind, está basado en la investigación sobre la emergencia y la estimulación de estas funciones

cognoscitivas a través de un currículo educativo de base vigotskiana. Mediante una serie de rigurosas pruebas experimentales, Tools of the Mind –que ha recibido un premio de la UNESCO a la excelencia como propuesta curricular–, ha demostrado tener un impacto significativo en el desarrollo de la autorregulación. Autorregulación que revierten en mayores puntuaciones en el desempeño escolar durante las fases de alfabetización temprana y de adquisición de conocimientos matemáticos.

El maestro debe potenciar igualmente una motivación idónea para el aprendizaje en cada uno de sus estudiantes y tener en cuenta aquellos aspectos que están directamente relacionados con el aprendizaje. Así, las creencias atribucionales, o causas percibidas de éxito y fracaso, son una variable que puede tener repercusiones directas en el rendimiento escolar en general y específicamente en el área de las matemáticas. También las creencias que tengan sobre su competencia, si se ven o no capaces de aprender y resolver tareas matemáticas, y las actitudes que tengan los alumnos hacia la materia, si la consideran útil y con sentido, pueden jugar un papel importante en el rendimiento en matemáticas.

Las tareas que no sean largas y pesadas, con una dificultad asequible para el niño, en las que se les proporcione las ayudas necesarias, y se les refuerce sus logros, en un clima de seguridad y cariño, fomentarán más la motivación que no aquellas tareas en las que el niño no consigue acabar, termina aburrido, asustado o consigue el objetivo sin ningún esfuerzo. Es importante también que el tutor preste especial atención a aquellos alumnos que no se ven capaces de aprender. Para todos los alumnos, el feedback positivo y el andamiaje son estrategias muy beneficiosas.

Referencias

- Acosta, G., Miranda, A., Fernández, I., Colomer, C. y Tárraga, R. (2012). *Evolución del funcionamiento ejecutivo en alumnos con y sin dificultades de aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos. Un estudio longitudinal*. Recuperado de <http://diversidad.murciaeduca.es/publicaciones/dea2012/docs/gacosta.pdf>
- Andersson, U. (2010). Skill development in different components of arithmetic and basic cognitive functions: Findings from a three-year longitudinal study of children with different types of learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 102, 115–134. DOI: 10.1037/a0016838
- Andersson, U. y Östergren, R. (2012). Number magnitude processing and basic cognitive functions in children with mathematical learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 701–714
- Archibald, S. J., y Kerns, K. A. (1999). Identification and description of new tests of executive functioning in children. *Child Neuropsychology*, 5, 115–129
- Birchwood, J., y Daley, D. (2012). Brief report: The impact of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) symptoms on academic performance in an adolescent community sample. *Journal of Adolescence*, 35, 225-231. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.adolescence.2010.08.011>
- Brock, L., Rimm-Kaufman, S., Nathanson, L. y Grimm, K. (2009). The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 24(3), 337-349. DOI: 10.1016/j.ecresq.2009.06.001
- Bull, R., Espy, K., y Wiebe, S. (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. DOI:10.1080/87565640801982312
- Butterworth, B. (2003): *Dyscalculia Screener*, NFER-Nelson, London.
- Butterworth, B. (2005) The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 46, 3–18
- Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in cognitive science*, 14(12), 534-541
- Clark, C., Pritchard, V. y Woodward, L. (2010), Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology*, 46(5), 1176-1191. DOI: 10.1037/a0019672
- Closas, A., Sanz de Acedo, M.L. y Ugarte, M.D., (2011). Un modelo explicativo de las relaciones entre variables cognitivas y motivacionales y metas académicas. *Revista de Psicodidáctica*, 16, 19-38.
- Desoet, A., Ceulemans, A., Roeyers, H. y Huylebroeck, A. (2009). Subitizing or counting as possible screening variables for learning disabilities in mathematics education or learning? *Educational Research Review*, 4, 55-66.
- Fuchs, L., Geary, D., Compton, D.; Fuchs, D.; Schatschneider, C.; Hamlett, C., ... y Changas, P. (2013). Effects of first-grade number knowledge tutoring with contrasting forms of practice. *Journal of Educational Psychology*, 105(1), 58-77. DOI: 10.1037/a0030127
- Geary, D. y Hoard, M. (2005). Learning disabilities in arithmetics and mathematics: Theoretical and empirical perspectives. En J. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 253-360). New York: Psychology Press.

- Geary, D., Hoard, M. y Nugent, L. (2012). Independent contributions of the central executive, intelligence, and in-class attentive behavior to developmental change in the strategies used to solve addition problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113, 49-65. DOI: 10.1016/j.jecp.2012.03.003
- Gioia, G.A., Isquit, P.K., Guy, S.C., Kenworthy, L. (2000). *Behavior Rating Inventory of Executive Function BRIEF*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources PAR..
- Grégoire, J., Noël, M. P., y Van Nieuwenhoven, C. (2005). *Tedi-Math*. 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.
- Korkman, M., Kirk, U., y Kemp, S. (2007). NEPSY-II: administration manual. *San Antonio, TX: The Psychological Corporation*.
- Landerl, K., Bevan, A. y Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8–9-year-old students. *Cognition*, 93(2), 99-125. DOI: 10.1016/j.cognition.2003.11.004
- McDermott, P.A., Green, L.F., Francis, J.M., y Stott, D.H. (2000). *Preschool Learning Behaviors Scale*. Philadelphia: Edumetric and Clinical Science
- Miñano, P. y Castejón, J.L. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas: un modelo estructural. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 203-230. DOI: 10.1387/RevPsicodidact.930
- Miranda, A., Colomer, C., Fernández, I. y Presentación, M.J. (2012). Funcionamiento ejecutivo y motivación en tareas de cálculo y solución de problemas de niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH). *Revista de Psicodidáctica*, 17, 51-72
- Navarro, J., Aguilar, M., Marchena, E., Ruiz, G. y Ramiro, P. (2011). Desarrollo operatorio y conocimiento aritmético: vigencia de la teoría piagetiana. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 251-266. DOI: 10.1387/RevPsicodidact.970
- Nunes, T., Bryant, P., Evans, D., Bell, D., Gardner, S., Gardner, A. y Carraher, J. (2007). The contribution of logical reasoning to the learning of mathematics in primary school. *British Journal of Developmental Psychology*, 25, 147–166. DOI: 10.1348/026151006X153127
- Pickering, S. J., Baqués, J. y Gathercole, S. E. (1999). *Bateria de Tests de Memòria de Treball*. Barcelona: Laboratori de Memòria de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Sattler, JM. (1982). *Assessment of children intelligence and special abilities*. 2 ed. Boston: Allyn & Bacon.
- Schleifer, P. y Lander, K. (2011). Subitizing and counting in typical and atypical development. *Developmental Science*, 14(2), 280-291.
- Siegel, L. y Ryan, E (1989). The Development of Working Memory in Normally Achieving and Subtypes of Learning Disabled Children. *Child Development*, 60(4), 973-980.
- Stock, P., Desoet, A. y Roeyers, H (2009). Mastery of the counting principles in toddlers: A crucial step in the development of budding arithmetic abilities? *Learning and Individual Differences*, 19(4), 419-422.
- Stock, P., Desoet, A. y Roeyers, H. (2010). Detecting Children With Arithmetic Disabilities From Kindergarten: Evidence From a 3-Year Longitudinal Study on the Role of Preparatory Arithmetic Abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 43(3), 250-258.

- Toll, S., Van der Ven, S., Kroesbergen, E. y Van Luit, J. (2011), Executive Functions as Predictors of Math Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 521-532. DOI: 10.1177/0022219410387302
- Volpe, R., DuPaul, G., DiPerna, J., Jitendra, A., Lutz, J., Tresco, K. y Junod, P. (2006). Attention deficit hyperactivity disorder and scholastic achievement: a model of mediation via academic enablers. *School Psychology Review*, 35, 47-61.
- Wechsler, D. (1996). *Escala de inteligencia de Wechsler para preescolar y primaria (WPPSI)*. Madrid: TEA.

Jose Antonio Rodríguez es estudiante de máster de psicopedagogía y colabora con el departamento de Psicología Evolutiva, Educativa, Social y Metodológica de la Universidad Jaume I de Castellón. Interesado en la investigación de las dificultades de aprendizaje especialmente de las matemáticas.