

Resolución de problemas aritméticos en niños y niñas: incidencia de la habilidad matemática y la comprensión de texto

Arithmetic problem solving in children: the incidence of mathematical skills and text comprehension

Jesica Formoso¹, Alejandra Daniela Calero², Silvia Jacobovich³,
Irene Injoque-Ricle⁴, Juan Pablo Barreyro⁵

RESUMEN

La resolución de problemas aritméticos es una actividad cognitiva compleja, de particular dificultad para niños y niñas, que implica poder identificar los componentes relevantes, las relaciones entre ellos y poder llevar a cabo los cálculos necesarios. Distintos estudios han buscado las variables predictoras de esta capacidad, centrándose en uno de dos aspectos: la competencia matemática del niño/a o su comprensión de texto. El propósito del presente trabajo consistió en estudiar si la incidencia de uno u otro sobre la resolución de problemas en niños y niñas de 4 y 5 años se modifica por la inclusión simultánea de ambos en un modelo de ecuaciones estructurales. A su vez, existe amplia evidencia que sugiere que habilidades de dominio general, como la memoria de trabajo, influyen significativamente sobre la capacidad matemática y de comprensión de texto de los sujetos. Por este motivo, se estudió, adicionalmente, la presencia de un efecto indirecto de la memoria de trabajo verbal y visoespacial y del conocimiento previo sobre la resolución de problemas aritméticos, mediado por las otras dos habilidades. Los resultados obtenidos sugieren que, a esta

ABSTRACT

The resolution of arithmetic word problems is a complex cognitive activity which requires the subject to identify the relevant elements, the relationships between them and to be able to carry out the necessary computations. Different studies have searched for predictive variables of this capacity, focusing on one of two aspects: the child's mathematical competence or his or her text comprehension. The purpose of the present work was to study if the incidence of one or the other on the resolution of arithmetic problems in children of 4 and 5 years of age is modified by the simultaneous inclusion of both in a structural equation model (SEM). Additionally, there is ample evidence to suggest that general domain abilities, such as working memory, significantly influence the subject's mathematical and comprehension capacity. That is why we also studied the presence of an indirect effect of verbal and visuospatial working memory, as well as the child's previous knowledge, on the resolution of arithmetic problems, mediated by the other two skills. The results suggest that, at this age, only mathematical ability has a significant direct effect on the resolution of

Recibido: 10-05-2019
Aceptado: 20-05-2019

Citar: Formoso, J., Calero, A.D., Jacobovich, S., Injoque-Ricle, I., & Barreyro, J.P. (2019). Resolución de problemas aritméticos en niños y niñas: incidencia de la habilidad matemática y la comprensión de texto. *Investigaciones en Psicología*, 24(1), pp-26-34. doi:10.32824/investigpsicol.a24n1a11

¹Universidad de Buenos Aires. Facultad de Psicología. Instituto de Investigaciones. Buenos Aires, Argentina. CONICET. Buenos Aires, Argentina. Email: jformoso@psi.uba.ar

²Universidad de Buenos Aires. Facultad de Psicología. Instituto de Investigaciones. Buenos Aires, Argentina. CONICET. Buenos Aires, Argentina. Email: acalero@psi.uba.ar

³Universidad de Buenos Aires. Facultad de Psicología. Instituto de Investigaciones. Buenos Aires, Argentina. CONICET. Buenos Aires, Argentina. Email: sjacobov@gmail.com

⁴ Universidad de Buenos Aires. Facultad de Psicología. Instituto de Investigaciones. Buenos Aires, Argentina. CONICET. Buenos Aires, Argentina.

⁵Universidad de Buenos Aires. Facultad de Psicología. Instituto de Investigaciones. Buenos Aires, Argentina. CONICET. Buenos Aires, Argentina. Email: jbarreyro@psi.uba.ar

edad, solo la habilidad matemática tiene un efecto directo significativo sobre la resolución de problemas, y la memoria de trabajo, tanto visual como verbal, un efecto indirecto. Asimismo, se observó que ambos componentes de la memoria de trabajo se vinculan con la capacidad matemática, pero sólo la verbal con la comprensión de texto. Por otro lado, el conocimiento previo sólo parece vincularse con la comprensión.

Palabras clave: Problemas aritméticos, Habilidad matemática, Comprensión de texto, Memoria de trabajo.

INTRODUCCIÓN

La capacidad de resolver de forma fluida y eficiente problemas aritméticos cuando éstos se presentan como una historia se considera un logro necesario para el desarrollo posterior de habilidades matemáticas más complejas (Geary, 1993; Mazzocco, Devlin, & McKenney, 2008; Price, Mazzocco, & Ansari, 2013). Se ha observado que tiene un lugar de importancia en la programación curricular en todos los niveles de la educación primaria y secundaria y ha sido identificado como predictor de empleo y salario en adultos (Bynner & Parsons, 1997; Hudson, Price, & Gross, 2009; Kelley & Knowles, 2016). Simultáneamente, es una actividad que suele resultar dificultosa para muchos estudiantes (Cirino, Tolar, Fuchs, & Huston-Warren, 2016; Lee Swanson, & Sachse-Lee, 2008; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004) e involucra numerosos procesos cognitivos que exceden a la habilidad de cálculo subyacente (Cirino et al., 2016; Fuchs et al., 2012).

Para resolver un problema de este tipo un/a niño/a debe determinar a qué operación matemática hace referencia la pregunta planteada (e.g. suma, resta, multiplicación) y cuáles son los elementos relevantes necesarios para alcanzar el resultado correcto. En este sentido, numerosas investigaciones han estudiado el vínculo entre el rendimiento en tareas de este estilo y el desarrollo de habilidades matemáticas de aparición temprana como el conteo, el reconocimiento de numerales arábigos y la estimación de cantidades entre otros (Geary, Hoard, Byrd-Craven, & Catherine DeSoto, 2004; Groen & Resnick, 1977; Ostad, 2000) y se ha observado que el conocimiento conceptual acerca de lo que un número representa, y la posibilidad de operar con él, predice el rendimiento posterior del sujeto. Durante la infancia estas habilidades se desarrollan, el conteo se automatiza, la estimación se vuelve más precisa y el procesamiento numérico más flexible. Ello lleva a la utilización de estrategias progresivamente más eficaces, así como la conformación de representaciones en la memoria de largo plazo de combinaciones numéricas de recuperación automática, llamadas hechos aritméticos (Moore & Ashcraft, 2015).

Adicionalmente, los niños y niñas deben construir una representación coherente del problema, sea escrito o narrado, a través de la interpretación de las relaciones entre los distintos componentes del texto, así como el establecimiento

de problemas, and that working memory, both visual and verbal, have an indirect effect over it. Likewise, both components of working memory are linked with mathematical ability, but only verbal working memory with text comprehension. On the other hand, prior knowledge seems to be associated with text comprehension.

Keywords: Arithmetic problems, Mathematical ability, Text comprehension, Working memory.

de vínculos entre la información presente y su conocimiento previo (Coquin-Viennot & Moreau, 2003; Kintsch & van Dijk, 1978; Moreau & Coquin-Viennot, 2003; Thevenot, Devidal, Barrouillet, & Fayol, 2007). Esto último depende de la habilidad del sujeto para generar inferencias, es decir, activar información que no se encuentra de forma explícita en el texto, pero que es indispensable para poder comprenderlo (Currie & Cain, 2015). Boonen, van der Schoot, van Wesel, de Vries, & Jolles (2013) plantean que quienes cuentan con una buena habilidad para resolver problemas aritméticos no dependen de la selección de números y palabras claves, sino de su capacidad para crear una representación mental de la situación descrita y, en base a ello, seleccionar la estrategia para su resolución. De hecho, las teorías iniciales que abordaron esta habilidad derivaban de teorías de comprensión de texto y se basaban exclusivamente en este componente (Hegarty, Mayer, & Monk, 1995; Kingsdorf & Krawec, 2014; Thevenot & Oakhill, 2005). Se ha observado que, a nivel de la estructura de las oraciones, el largo de las mismas, el número de frases preposicionales, el uso de voz pasiva o cláusulas complejas, oraciones subordinadas por ejemplo, influyen sobre la efectividad del sujeto para resolver los problemas (Abedi & Lord, 2001; Martinello, 2008; Shaftel, Belton-Kocher, Glasnapp, & Poggio, 2006). También se ha encontrado que el rendimiento se ve afectado por el orden en que se presenta la información matemática, en relación al orden en que deben resolverse las operaciones (Searle, Lorton, & Suppes, 1974). Para Fuchs et al. (2016) el efecto de la comprensión de texto se explica por los requerimientos propios de los problemas, pero también porque los métodos de enseñanza de procedimientos matemáticos se encuentran mediados, mayormente, por el lenguaje. Incluso se ha sugerido que muchos niños y niñas dependen del discurso interno para explicarse a sí mismo la situación problemática (Rittle-Johnson, 2006).

Tanto la comprensión de texto como las habilidades matemáticas de aparición temprana han sido estudiadas en relación a habilidades de dominio general, principalmente la memoria de trabajo. La misma es un sistema de capacidad limitada, encargado de sostener y procesar información de forma activa, y que cuenta con un componente ejecutivo que supervisa dos subsistemas esclavos: el bucle fonológico, encargado del procesamiento verbal, y la agenda visoespacial (Baddeley, 2010; Baddeley &

Hitch, 1974; Raghubar & Barnes, 2017). Sus diferentes componentes han sido asociado con distintos aspectos de la cognición matemática, como el conteo, el aprendizaje de los numerales arábigos, la estimación de cantidades entre otros (Bull & Johnston, 1997; Bull & Scerif, 2001; Camos, 2008; DeStefano & LeFevre, 2004; Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, & Numtee, 2007; Purpura, Baroody, & Lonigan, 2013). La memoria de trabajo también impacta sobre el nivel de comprensión de texto de un sujeto, en tanto permite sostener la información relevante presentada hasta el momento, para integrarla con la nueva información, así como con el conocimiento previo del sujeto (Barreyro, Cevasco, Burín, & Marotto, 2012; Cain, Oakhill, & Bryant, 2004; Currie & Cain, 2015).

Si bien tanto la comprensión de texto como la cognición numérica contribuyen a la resolución de problemas aritméticos, los estudios sobre el tema tienden a centrarse en uno u otro aspecto sin analizar la interacción entre los mismos, así como su relación con la memoria de trabajo verbal y visoespacial, y el conocimiento previo (Daroczy, Wolska, Meurers, & Nuerk, 2015). El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de las habilidades matemáticas y la comprensión de texto sobre la resolución de problemas aritméticos presentados oralmente en niños y niñas de 4 y 5 años de edad. A su vez, se buscará analizar el efecto de las habilidades de dominio general antes mencionadas sobre ambos constructos.

METODOLOGÍA

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 61 niños y niñas (26 varones [43 %], 35 mujeres), de 4 y 5 años de edad (Media de edad en meses = 56, DE = 6.97) de una escuela de gestión privada de la ciudad de Buenos Aires, Argentina. Los mismos participaron de forma voluntaria con el consentimiento informado de los padres/madres/tutores obtenido tras una reunión donde se les comentaron los objetivos del estudio. Se tomó como criterio de exclusión la presencia de deficiencias auditivas y del habla, trastornos del aprendizaje, neurológicos o psiquiátricos informados por los familiares o las autoridades de la escuela, o un coeficiente intelectual inferior a 80, que se estimó mediante una versión abreviada de la batería WISC-III (Wechsler, 1994).

Materiales

Habilidad matemática:

Se evaluaron utilizando pruebas para las que se obtuvieron coeficientes de validez y confiabilidad en estudios previos (Formoso, Barreyro, Injoque-Ricle, & Jacobovich, 2017; Formoso et al., 2018).

Línea numérica: esta tarea evalúa la comprensión que tiene el/la niño/a del concepto de número. Se presentó a los infantes una recta marcada con un 1 como punto inicial y un 10 (o un 20 en los estímulos de mayor dificultad) como punto final, y se les pidió que ubicaran distin-

tos dígitos (entre 2 y 9, o entre 2 y 18, según la dificultad del ítem). Los niños y niñas debían elegir entre dos ubicaciones posibles presionando el botón izquierdo o derecho de una botonera (ver Figura 1a). Los estímulos estuvieron presentes hasta que el infante emitiera una respuesta. La tarea incluyó 4 ítems de entrenamiento y 18 de prueba, y se registró la cantidad de respuestas correctas ($\alpha = .65$).

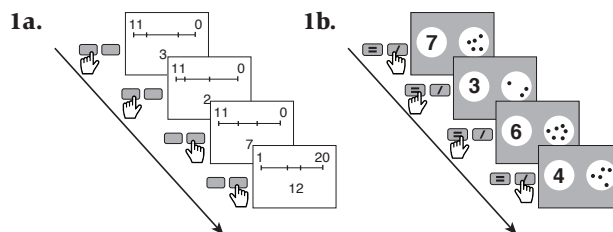


Figura 1. Tareas Línea numérica (a) y Emparejamiento de cantidades (b).

Emparejamiento de cantidades: Esta tarea evalúa la capacidad de un/a niño/a de asociar los numerales arábigos del 1 al 9 a una cantidad exacta de elementos. Se presenta un conjunto de puntos a un lado de la pantalla, y un numeral arábigo al otro, luego se pide al participante que presione el botón izquierdo de una botonera cuando considere que los puntos y el arábigo son equivalentes, y el botón derecho cuando considere que no lo son (ver Figura 1b). Los elementos son puntos negros de 0.5 cm de diámetro, y hay un mínimo de 1.5 cm y un máximo de 4 cm entre cada punto adyacente. La distribución de los elementos en la pantalla es aleatoria y se controló que no formaran patrones canónicos como los que se observan en dados. En el caso de la cantidad 3, los puntos no forman una línea recta o un triángulo equilátero en ninguna de las pantallas. Los estímulos se mantuvieron presentes en pantalla hasta que el sujeto emitiera una respuesta. La prueba consta de 4 ensayos de entrenamiento y 18 de prueba y se registra la cantidad de respuestas correctas ($\alpha = .78$).

Comprensión de texto:

Se presentaron a los niños y niñas tres textos narrativos de forma oral, los cuales fueron analizados en estudios previos (Barreyro et al., en prensa). Los mismos fueron leídos por una narradora profesional, filmados y luego reproducidos en la pantalla de una notebook frente a los niños y niñas, en sesiones individuales. Los textos utilizados fueron: *La sorpresa de Nandi* (Browne, 1996), *Hipo no nada* (Bernasconi, 2007) y la fábula *El zorro y la cigüeña* (Jung, 2009), que tienen una extensión de entre 191 y 310 palabras. Tras la lectura de cada texto se les administró un cuestionario de seis preguntas, tres que evalúan la comprensión de información literal del texto y tres que evalúan la generación de inferencias. Por ejemplo, para el texto *Hipo no nada* (Bernasconi, 2007) se preguntaba a los participantes: “¿Con qué animales se encuentra Hipo?”, la cual implica la recuperación de información literal, y “¿Por qué no se metía al agua

Hipo?”, la cual aludía al miedo que sentía el personaje, y por lo tanto, a información de tipo inferencial. Se registró la cantidad de respuestas correctas para ambos tipos de información ($\alpha = .86$).

Resolución de problemas aritméticos (Formoso et al., 2017; Formoso et al., 2018): El examinador lee a cada participante 12 problemas (6 sumas y 6 restas). Si el niño no puede resolverlos correctamente mediante cálculo mental o utilizando los dedos, se les ofrece como ayuda visual una imagen en la pantalla con los elementos incluidos en el problema. Las sumas y restas incluyen dos o tres operandos, y la cantidad más grande es de 12. Cada operación recibe 3 puntos si el participante la resuelve mentalmente, 2 por conteo con dedos, 1 por ayuda visual y 0 cuando el error persiste tras el uso de la imagen ($\alpha = .93$).

Memoria de trabajo verbal: Se administró la tarea de dígitos de la batería WISC-III (Wechsler, 1994). El examinador recita una secuencia de dígitos (entre 1 y 9) que el niño/a debe retener y reproducir, ya sea en el mismo orden (versión directa) o en orden inverso (versión indirecta). Ambas versiones incluyen dos ítems de entrenamientos y seis niveles con dos ítems cada uno. Cada nivel incluye un dígito adicional para recordar, comenzando con dos dígitos y llegando hasta siete. La prueba se interrumpe cuando el niño/a comete dos errores en el mismo nivel. La puntuación de cada niño/a fue el total de respuestas correctas.

Memoria de trabajo visoespacial: Se administró una versión computarizada de la prueba cubos de Corsi prueba (Corsi & Michael, 1972). Consiste en la presentación de nueve cuadrados blancos colocados de manera irregular en una pantalla. Los mismos cambian de color uno por uno, generando un patrón que el niño/a tiene que retener y reproducir, ya sea en el mismo orden (versión directa) o en orden inverso (versión indirecta). Ambas versiones incluyen dos ítems de entrenamiento y seis niveles de tres ítems, cada uno con un cuadrado adicional para recordar (comenzando por 2 y llegando hasta 7). La prueba se cancela tras dos ensayos incorrectos en un mismo nivel.

Conocimiento previo: Se utilizó la tarea Vocabulario de la batería WPPSI-III (Wechsler, 1998). Este subtest mide la capacidad de formación de conceptos verbales y el conocimiento de las palabras, por lo que se utiliza como medida de conocimiento general. La prueba está compuesta de 25 palabras que el niño/a debe definir y se obtienen puntajes de 0 a 2 por cada palabra, dependiendo de si la explicación es correcta y si nivel de abstracción es menor o mayor.

Procedimiento

Los participantes fueron evaluados de forma individual en dos sesiones de entre 20 y 30 minutos cada una, dentro de la escuela, en un ambiente libre de ruidos. En la primera sesión completaron las tareas de memoria de trabajo, conocimiento previo, y habilidades matemáticas básicas (identificación de cantidades, reconocimiento de numerales arábigos y producción de la serie numérica convencional), contrabalanceando el orden de presentación de las mismas. En el segundo encuentro se adminis-

traron las tareas de comprensión de texto y resolución de problemas aritméticos.

Análisis de datos

En primer lugar, se realizó un análisis de correlaciones entre las medidas de memoria de trabajo, conocimiento previo, comprensión de texto (tanto las respuestas a preguntas literales como inferenciales), las habilidades matemáticas básicas antes mencionadas y la resolución de problemas aritméticos. Luego se estudió la relación entre dichas variables empleando modelos de ecuaciones estructurales. Los índices de ajuste registrados para este análisis se basaron en convenciones y recomendaciones (Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 1995; Jaccard & Wan, 1995), específicamente se observaron el Chi cuadrado (χ^2), el Comparative Fit Index (CFI), y el Standardized Root Mean Square Residual (SRMR). Los análisis se realizaron utilizando R 3.6.1 (R Core Team, 2019) y el paquete lavaan (Rosseel, 2012).

RESULTADOS

En la tabla 1 pueden observarse los estadísticos descriptivos y de distribución para cada variable.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos

Variables	M	DE	Min	Max	As	Cu	W
Línea numérica	12.89	2.46	8	18	-0.29	-0.32	.92***
Emparejamiento de cantidades	14.44	1.96	8	18	-0.91	1.15	.90***
Información literal	9.79	3.85	2	16	0.01	-1.01	.96*
Información inferencial	4.75	2.80	0	10	-0.08	-0.74	.94**
Conocimiento previo	16.98	4.78	8	26	0.12	-0.87	.97
MT visoespacial	8.30	3.02	1	14	-0.06	-0.68	.96
MT verbal	6.05	2.03	2	10	-0.40	-0.80	.92***
Problemas aritméticos	11.56	6.14	1	28	0.31	-0.37	.97

Nota. MT = memoria de trabajo, M = media, DE = desvío estándar, Min = mínimo, Max = máximo, As = asimetría, Cu = curtosis, W = Shapiro-Wilk test. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Con el fin de evaluar la relación entre los procesos cognitivos de dominio general, las medidas de habilidad matemática, las medidas de comprensión de texto, y la resolución de problemas aritméticos, y debido a que muchas de las variables poseen una distribución que se aleja significativamente de una normal, se llevaron a cabo análisis de correlaciones empleando el estadístico de rangos de Spearman (Rho). Los resultados pueden observarse en la Tabla 2.

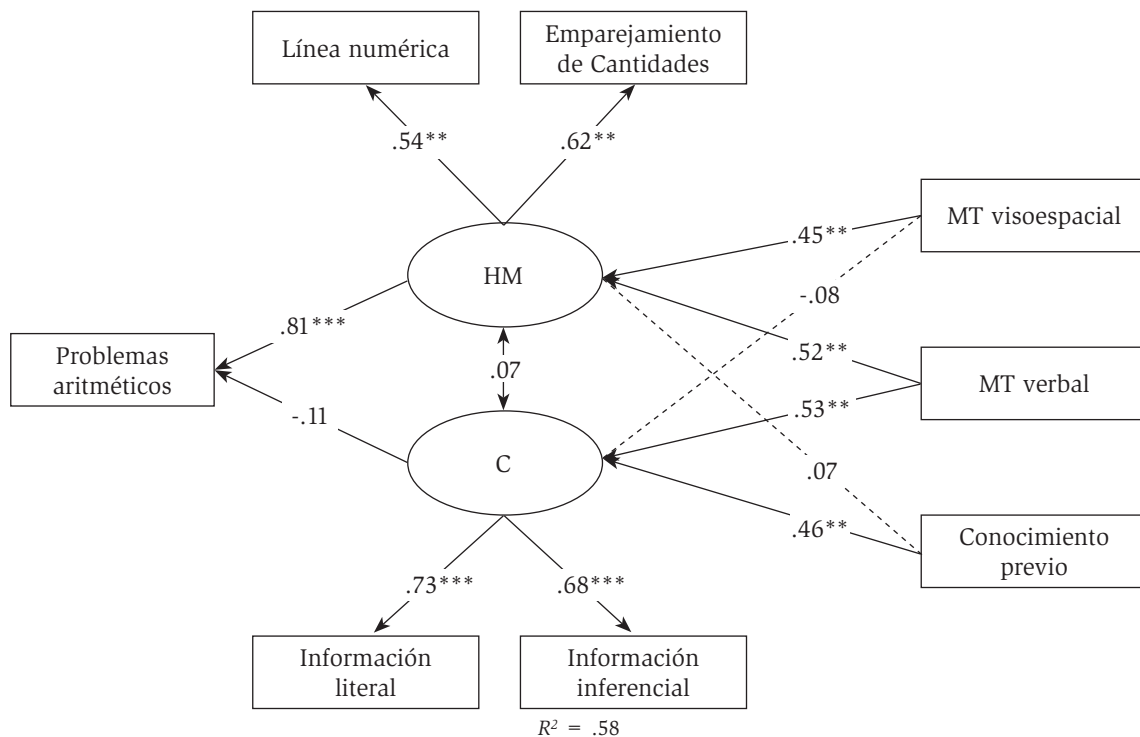
Tabla 2. Coeficientes de correlación de Spearman (*Rho*)

	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Línea numérica	.26*	.01	.18	.04	.43***	.41***	.50***
2. Emparejamiento de cantidades		.30*	.28*	.10	.48***	.56***	.43***
3. Información literal			.49***	.36**	.13	.44***	.17
4. Información inferencial				.43***	.30*	.36**	.17
5. Conocimiento previo					.13	.19	.19
6. MT visoespacial						.59***	.59***
7. MT verbal							.56***
8. Problemas aritméticos							

Nota. MT = memoria de trabajo. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Se encontraron correlaciones significativas de intensidad media y alta entre la resolución de problemas aritméticos y las habilidades matemáticas (línea numérica y emparejamiento de cantidades), así como ambos componentes de la memoria de trabajo. No así con las medidas de comprensión (literal e inferencial), ni con el conocimiento previo. Por otro lado, ambas medidas matemáticas se asocian entre sí, de igual forma que las medidas de comprensión.

En base a los resultados obtenidos se realizó un análisis de senderos con memoria de trabajo verbal, memoria de trabajo visoespacial y conocimiento previo como variables independientes, problemas aritméticos como variable dependiente, y habilidad matemática y comprensión de texto como mediadoras (ver Figura 2). El análisis realizado mostró que el modelo propuesto cuenta con buenos indicadores de ajuste a los datos de la muestra ($\chi^2_{(12)} = 15$, $p = .24$; CFI = .97, SRMR = .05), y que el mismo da cuenta aproximadamente del 58% de la varianza de las puntuaciones en problemas aritméticos ($R^2 = .58$).



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

Figura 2. Modelo de relación entre habilidades matemáticas, comprensión de texto y habilidades de dominio general, con la resolución de problemas aritméticos presentados oralmente.

Nota. HM = habilidad matemática, C = comprensión, MT = memoria de trabajo.

Los pesos de regresión muestran que la habilidad matemática tiene un efecto directo significativo fuerte sobre la resolución de problemas aritméticos ($\beta = .81, p = .002$), no así la comprensión de texto ($\beta = -.11, p = .55$). Se observaron, además, efectos significativos indirectos de la memoria de trabajo visoespacial ($\beta = .35, p < .001$) y de la memoria de trabajo verbal ($\beta = .45, p = .001$) sobre el desempeño de los niños y niñas en problemas, mediado por la habilidad matemática. No se encontró un efecto indirecto del conocimiento previo. Por otro lado, la memoria de trabajo visoespacial mostró un efecto directo sobre la habilidad matemática ($\beta = .45, p = .02$), pero no así sobre la comprensión de texto, mientras que el conocimiento previo tiene un efecto directo significativo únicamente sobre la comprensión de texto ($\beta = .46, p = .004$). En cambio, la memoria de trabajo verbal mostró efectos significativos sobre ambas ($\beta = .53, p = .01$ y $\beta = .52, p = .003$ respectivamente).

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo consistió en estudiar el efecto de las habilidades matemáticas y la comprensión de texto sobre la resolución de problemas aritméticos presentados oralmente en niños y niñas de 4 y 5 años de edad. A su vez, se buscó analizar el efecto de la memoria de trabajo verbal, la memoria de trabajo visoespacial y el conocimiento previo sobre las habilidades matemáticas y la comprensión de texto. Con ese fin, se administró una tarea de comprensión de narraciones, que consistía en presentar a los niños y niñas dos cuentos leídos por una narradora experta de a uno por vez y, luego de cada uno, se les realizaba una serie de preguntas acerca del texto, algunas acerca de contenido literal, explícitamente enunciado en el texto, y otras acerca del contenido inferencial, aquél que no se encontraba explicitado (Barreyro et al., en prensa). Por otro lado, los niños y niñas debieron completar una serie de tareas diseñadas para evaluar su capacidad para retener y manipular información verbal por un período de tiempo breve (Span de dígitos [Wechsler, 1994]), su capacidad para retener y manipular información visoespacial por un corto período de tiempo (Bloques de Corsi [Corsi & Michael, 1972]), y su conocimiento previo (Vocabulario [Wechsler, 1998]). Finalmente, se evaluaron la comprensión que tiene el infante del concepto de número, su capacidad para asociar los numerales arábigos con las cantidades que representan y para resolver problemas aritméticos, utilizando las tareas Línea Numérica, Emparejamiento de cantidades y Resolución de problemas aritméticos respectivamente (Formoso et al., 2018).

Los resultados del análisis de correlación mostraron que la resolución de problemas aritméticos se asocia significativamente con las tareas que evalúan conocimiento numérico, así como con las dos medidas de memoria de trabajo, verbal y visoespacial. Sin embargo, contrario a estudios previos que encontraron un efecto directo de la comprensión de texto y las habilidades

lingüísticas sobre la resolución de problemas aritméticos (Abedi & Lord, 2001; Martinello, 2008; Shaftel et al., 2006), no se observaron asociaciones entre éstos y la comprensión de información literal, la información inferencial o el conocimiento previo. Ambas medidas de comprensión se asociaron positivamente con la memoria de trabajo verbal y con el conocimiento previo, lo cual es consistente con las teorías vigentes en torno a la comprensión de texto (Cain et al., 2004).

En cuanto al análisis de ecuaciones estructurales realizado para estudiar los efectos de las habilidades implicadas sobre la capacidad de comprender y resolver adecuadamente problemas aritméticos, los resultados sugieren que las diferencias individuales en la misma se explican por diferencias en habilidades matemáticas básicas, específicamente la comprensión del concepto de número. Este resultado es coherente con investigaciones previas acerca del desarrollo de esta habilidad (Chu, vanMarle, & Geary, 2015; Göbel, Watson, Lervåg, & Hulme, 2014). A su vez, la memoria de trabajo visoespacial y la memoria de trabajo verbal muestran un efecto indirecto sobre la resolución de problemas aritméticos, explicado por su influencia sobre las habilidades matemáticas identificadas previamente. Nuevamente, estos resultados son consistentes con aquellos estudios que vincularon, tanto las habilidades básicas de identificación de cantidades y comprensión del número, como habilidades más complejas como la resolución de problemas y el razonamiento matemático, con la capacidad de memoria de trabajo (Geary, Brown, & Samaranayake, 1991; McKenzie, Bull, & Gray, 2003; Price & Wilkey, 2017). Mientras que el conocimiento previo no parece afectar ni a la habilidad matemática básica, ni a la resolución de problemas, sí se vincula de forma directa con la comprensión de texto. A su vez, la memoria de trabajo visoespacial sólo parece influir sobre la habilidad matemática y, a través de ella, sobre problemas aritméticos.

Es posible que a los 4 y 5 años la resolución de problemas aritméticos dependa principalmente del procesamiento de información numérica. La evolución de los algoritmos de conteo y la generación de representaciones numéricas de recuperación automática en la memoria de largo plazo, puede influenciar la velocidad y eficiencia con que se resuelven problemas de este estilo. Es posible que, simultáneamente, el desarrollo y automatización de ciertos conocimientos matemáticos básicos permitan que se destinen mayores recursos de la memoria de trabajo a la resolución de los aspectos más complejos del problema.

En el caso de la comprensión de texto, los resultados obtenidos se contraponen a aquellos estudios que encontraron un efecto directo de la comprensión sobre el desempeño del niño/a (Daroczy et al., 2015; Fuchs et al., 2016). En el estudio de las diferentes vías del desarrollo de la habilidad de resolver problemas aritméticos, Fuchs et al. (2016), por ejemplo, encontraron que ambos componentes, comprensión del número y del texto, inciden sobre el rendimiento del niño/a de forma significativa. Es posible que las diferencias observadas entre uno y otro estudio se deban a diferencias en la evolución

del vínculo entre estas habilidades a lo largo del desarrollo, ya que estos autores trabajaron con niños y niñas de 4to año de la escuela primaria. Sin embargo, es también posible que hayan utilizado problemas de mayor complejidad que los diseñados para el presente estudio, donde se controlaron los niveles de complejidad lingüística con el objetivo de que resultaran asequibles para niños y niñas de preescolar.

Los resultados de los análisis en su conjunto permiten inferir que la habilidad para resolver problemas aritméticos en niños y niñas de 4 y 5 años depende de habilidades matemáticas tempranas y, de forma indirecta, de la memoria de trabajo verbal y visoespacial, no así de la comprensión de texto o el conocimiento previo de los sujetos. Siendo que se trata de una actividad que resulta dificultosa para muchos niños y niñas, su estudio resulta relevante para el ámbito educativo, en tanto conocer su funcionamiento y las habilidades con las que se relaciona permite diseñar actividades concretas y específicas para su entrenamiento.

Como limitación del presente estudio puede señalarse que la estructura sintáctica y semántica extremadamente simple de los problemas utilizados puede explicar la ausencia de un vínculo entre el rendimiento en esta actividad y la comprensión de texto, así como con el conocimiento previo. Futuras líneas de investigación deben abocarse al estudio del desempeño del niño/a de preescolar diseñando problemas con distintos niveles de complejidad lingüística en términos de número de cláusulas complejas, uso de léxico de alta y baja frecuencia, uso de voz pasiva, entre otros. Adicionalmente, la cantidad de participantes con que se trabajó en este estudio impidió realizar comparaciones en el rendimiento y en el modelo planteado entre los niños y niñas de 4 y los de 5 años. Resultaría de interés analizar posibles variaciones en los vínculos entre estas variables a lo largo del desarrollo.

REFERENCIAS

- Abedi, J., & Lord, C. (2001). The Language Factor in Mathematics Tests. *Applied Measurement in Education*, 14(3), 219-234. doi: 10.1207/S15324818AME1403_2
- Baddeley, A.D. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136-140. doi: 10.1016/j.cub.2009.12.014
- Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. doi: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1
- Barreyro, J.P., Cevasco, J., Burín, D., & Marotto, C.M. (2012). Working Memory Capacity and Individual Differences in the Making of Reinstatement and Elaborative Inferences. *The Spanish Journal of Psychology*, 15(2), 471-479. doi:10.5209/rev_SJOP.2012.v15.n2.38857
- Barreyro, J.P., Formoso, J., Alvarez-Drexler, A., Leiman, M., Fernández, R., Calero, A., ... Injoque-Ricle, I. (en prensa). Comprensión de Narraciones en Niños de 5 y 6 años: La incidencia de la Memoria de Trabajo y la Atención Sostenida. *Interdisciplinaria*.
- Bernasconi, P. (2007). *Hipo no nada*. Buenos Aires, Argentina: La Brujita de Papel.
- Boonen, A.J., van der Schoot, M., van Wesel, F., de Vries, M.H., & Jolles, J. (2013). What underlies successful word problem solving? A path analysis in sixth grade students. *Contemporary Educational Psychology*, 38(3), 271-279.
- Browne, E. (1996). *La sorpresa de Nandi*. [The surprise of Nandi] (Trad. Silva Díaz, M.C.). Caracas, Venezuela: Ediciones Ekaré.
- Bull, R., & 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), 1-24. doi:10.1006/jecp.1996.2358
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability: Inhibition, Switching, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293. doi:10.1207/S15326942DN1903_3
- Bynner, J., & Parsons, S. (1997). *It doesn't get any better: the impact of poor basic skills on the lives of 37 year olds*. Londres, Inglaterra: Basic Skills Agency.
- Cain, K., Oakhill, J., & Bryant, P. (2004). Children's Reading Comprehension Ability: Concurrent Prediction by Working Memory, Verbal Ability, and Component Skills. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 31-42. doi: 10.1037/0022-0663.96.1.31
- Camos, V. (2008). Low working memory capacity impedes both efficiency and learning of number transcoding in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99(1), 37-57. doi:10.1016/J.JECP.2007.06.006
- Chu, F.W., vanMarle, K., & Geary, D.C. (2015). Early numerical foundations of young children's mathematical development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 132, 205-212. doi:10.1016/j.jecp.2015.01.006
- Cirino, P.T., Tolar, T.D., Fuchs, L.S., & Huston-Warren, E. (2016). Cognitive and numerosity predictors of mathematical skills in middle school. *Journal of Experimental Child Psychology*, 145, 95-119. doi:10.1016/j.jecp.2015.12.010
- Coquin-Viennot, D., & Moreau, S. (2003). Highlighting the role of the episodic situation model in the solving of arithmetical problems. *European Journal of Psychology of Education*, 18(3), 267-279. doi:10.1007/BF03173248
- Corsi, P.M., & Michael, P. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain*. Montreal, Canadá: McGill University. Recuperado de https://sci-hub.tw/http://digitool.library.mcgill.ca/webclient/DeliveryManager?pid=93903&custom_att_2=direct
- Currie, N.K., & Cain, K. (2015). Children's inference generation: The role of vocabulary and working memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 137, 57-75. doi:10.1016/J.JECP.2015.03.005
- Daroczy, G., Wolska, M., Meurers, W.D., & Nuerk, H.-C. (2015). Word problems: a review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology*, 6, 348. doi:10.3389/fpsyg.2015.00348
- DeStefano, D., & LeFevre, J.-A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(3), 353-386. doi:10.1080/09541440244000328
- Formoso, J., Barreyro, J.P., Injoque-Ricle, I., & Jacobovich, S. (2017). Evaluación de habilidades matemáticas básicas en niños de 4 años de edad. *Subjetividad y Procesos Cognitivos*, 27(2), 42-58.

- Formoso, J., Injoque-Ricle, I., Barreyro, J.-P., Calero, A., Jacobovich, S., & Burin, D.I. (2018). Mathematical cognition, working memory, and processing speed in children. *Cognition, Brain, Behavior: An Interdisciplinary Journal*, 22(2), 59-84. doi:10.24193/cbb.2018.22.05
- Fuchs, L.S., Compton, D.L., Fuchs, D., Powell, S.R., Schumacher, R.F., Hamlett, C.L., ... Vukovic, R.K. (2012). Contributions of domain-general cognitive resources and different forms of arithmetic development to pre-algebraic knowledge. *Developmental Psychology*, 48(5), 1315-1326. doi:10.1037/a0027475
- Fuchs, L.S., Gilbert, J.K., Powell, S.R., Cirino, P.T., Fuchs, D., Hamlett, C.L., ... Tolar, T.D. (2016). The role of cognitive processes, foundational math skill, and calculation accuracy and fluency in word-problem solving versus prealgebraic knowledge. *Developmental Psychology*, 52(12), 2085-2098. doi:10.1037/dev0000227
- Geary, D.C. (1993). Mathematical disabilities: Cognition, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114(2), 345-362.
- Geary, D.C., Brown, S.C., & Samaranayake, V.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(5), 787-797. doi:10.1037/0012-1649.27.5.787
- Geary, D.C., Hoard, M.K., Byrd-Craven, J., & Catherine DeSoto, M. (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(2), 121-151. doi:10.1016/j.jecp.2004.03.002
- Geary, D.C., Hoard, M.K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive Mechanisms Underlying Achievement Deficits in Children With Mathematical Learning Disability. *Child Development*, 78(4), 1343-1359. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x
- Göbel, S.M., Watson, S.E., Lervåg, A., & Hulme, C. (2014). Children's Arithmetic Development. *Psychological Science*, 25(3), 789-798. doi:10.1177/0956797613516471
- Groen, G., & Resnick, L.B. (1977). Can preschool children invent addition algorithms? *Journal of Educational Psychology*, 69(6), 645-652.
- Hudson, C., Price, D., & Gross, J. (2009). *The long term costs of numeracy difficulties*. Londres, Inglaterra: Every Child a Chance Trust.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., & Tatham, R.L. (1995). *Examining your data. Multivariate data analysis with readings*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hegarty, M., Mayer, R.E., & Monk, C.A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87(1), 18-32. doi:10.1037/0022-0663.87.1.18
- Jaccard, J., & Wan, C. K. (1995). Measurement error in the analysis of interaction effects between continuous predictors using multiple regression: Multiple indicator and structural equation approaches. *Psychological Bulletin*, 117(2), 348-357. doi:10.1037/0033-2909.117.2.348
- Jung, R. (2009). *El zorro y la Cigüeña de Esopo*. Buenos Aires, Argentina: Heliasta.
- Kelley, T.R., & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. doi:10.1186/s40594-016-0046-z
- Kingsdorf, S., & Krawec, J. (2014). Error Analysis of Mathematical Word Problem Solving Across Students with and without Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 29(2), 66-74. doi:10.1111/ldrp.12029
- Kintsch, W., & van Dijk, T.A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85(5), 363-394. doi:10.1037/0033-295X.85.5.363
- Lee Swanson, H., & Sachse-Lee, C. (2000). A meta-analysis of single-subject-design intervention research for students with LD. *Journal of learning disabilities*, 33(2), 114-136. doi:10.1177/002221940003300201
- Martinello, M. (2008). Language and the Performance of English-Language Learners in Math Word Problems. *Harvard Educational Review*, 78(2), 333-368. doi:10.17763/haer.78.2.70783570r1111t32
- Mazzocco, M.M.M., Devlin, K.T., & McKenney, S.J. (2008). Is it a Fact? Timed Arithmetic Performance of Children With Mathematical Learning Disabilities (MLD) Varies as a Function of How MLD is Defined. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 318-344. doi:10.1080/87565640801982403
- McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visuospatial interference on children's arithmetic performance. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 93-108. doi:10.1037/0022-0663.98.1.29
- Moore, A.M., & Ashcraft, M.H. (2015). Children's mathematical performance: Five cognitive tasks across five grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, 135, 1-24. doi:10.1016/j.jecp.2015.02.003
- Moreau, S., & Coquin-Viennot, D. (2003). Comprehension of arithmetic word problems by fifth-grade pupils: Representations and selection of information. *British Journal of Educational Psychology*, 73(1), 109-121. doi:10.1348/000709903762869941
- Ostad, S.A. (2000). Cognitive subtraction in a developmental perspective: Accuracy, speed-of-processing and strategy-use differences in normal and mathematically disabled children. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 22(2), 18-32.
- Price, G.R., Mazzocco, M.M.M., & Ansari, D. (2013). Why Mental Arithmetic Counts: Brain Activation during Single Digit Arithmetic Predicts High School Math Scores. *Journal of Neuroscience*, 33(1), 156-163. doi:10.1523/JNEUROSCI.2936-12.2013
- Price, G.R., & Wilkey, E.D. (2017). Cognitive mechanisms underlying the relation between nonsymbolic and symbolic magnitude processing and their relation to math. *Cognitive Development*, 44, 139-149. doi:10.1016/j.cogdev.2017.09.003
- Purpura, D.J., Baroody, A. J., & Lonigan, C.J. (2013). The Transition From Informal to Formal Mathematical Knowledge: Mediation by Numeral Knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 453-464. doi:10.1037/a0031753
- R Core Team. (2019). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Recuperado de <https://www.r-project.org/>
- Raghubar, K.P., & Barnes, M.A. (2017). Early numeracy skills in preschool-aged children: a review of neurocognitive findings and implications for assessment and intervention. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(2), 329-351. doi:10.1080/13854046.2016.1259387

- Rittle-Johnson, B. (2006). Promoting Transfer: Effects of Self-Explanation and Direct Instruction. *Child Development*, 77(1), 1-15. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00852.x
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36. Recuperado de <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>
- Searle, B.W., Lorton, P., & Suppes, P. (1974). Structural variables affecting CAI performance on arithmetic word problems of disadvantaged and deaf students. *Educational Studies in Mathematics*, 5(1), 371-384. doi:10.1007/bf00684708
- Shafteel, J., Belton-Kocher, E., Glasnapp, D., & Poggio, J. (2006). The Impact of Language Characteristics in Mathematics Test Items on the Performance of English Language Learners and Students With Disabilities. *Educational Assessment*, 11(2), 105-126. doi:10.1207/s15326977ea1102_2
- Swanson, H.L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The Relationship Between Working Memory and Mathematical Problem Solving in Children at Risk and Not at Risk for Serious Math Difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 471-491. doi:10.1037/0022-0663.96.3.471
- Thevenot, C., Devidal, M., Barrouillet, P., & Fayol, M. (2007). Why does placing the question before an arithmetic word problem improve performance? A situation model account. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(1), 43-56. doi:10.1080/17470210600587927
- Thevenot, C., & Oakhill, J. (2005). The strategic use of alternative representations in arithmetic word problem solving. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(7), 1311-1323. doi:10.1080/02724980443000593
- Wechsler, D. (1994). *Test de inteligencia para adolescentes. WISC-III Manual*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Wechsler, D. (1998). *Test de Inteligencia para Preescolares (WPPSI-R)*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.