

EVALUACIÓN DE HABILIDADES MATEMÁTICAS BÁSICAS EN NIÑOS DE 4 AÑOS DE EDAD

ASSESSMENT OF BASIC MATH SKILLS IN 4 YEAR-OLD CHILDREN

Jésica Formoso¹, Juan Pablo Barreyro², Irene Injoque-Ricle³ y
Silvia Jacobovich⁴

Resumen

El objetivo del este trabajo fue presentar un instrumento, la Batería de Habilidades Matemáticas Básicas (ad hoc), diseñado y validado para medir un conjunto amplio de habilidades matemáticas básicas en niños de 4 a 6 años y detectar posibles alteraciones de la función matemática de forma previa al ingreso del niño a la educación formal. Para ello se describió el desempeño en habilidades matemáticas básicas en niños de 4 años evaluados a partir de este instrumento. Adicionalmente, se analizó el grado de asociación entre el conocimiento de numerales arábigos y la discriminación de cantidades, y el valor predictivo de estas variables sobre la resolución de problemas aritméticos. Se observó que, si bien la comprensión y uso de arábigos y la discriminación de cantidades no se asocian entre sí, ambas predicen una habilidad matemática más compleja como la resolución de problemas aritméticos.

Palabras clave: Evaluación - Habilidades matemáticas – Problemas aritméticos - Niños

Summary

The aim of this study was to present an instrument, the Basic Mathematical Skills Battery (ad hoc), designed and validated to measure a broad set of basic mathematical skills in children of 4 to 6 years of age, and to detect possible alterations of the mathematical function prior to the child's entry into formal education. For this purpose, we assessed the performance of 4-year-olds with this instrument. Additionally, we analyzed the degree of association between the knowledge of Arabic numerals and the discrimination of quantities, and the predictive value of these variables on the resolution of arithmetic problems. We observed that, although the understanding and

¹ Instituto de Investigaciones de la Facultad de Psicología, UBA. CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

² Instituto de Investigaciones de la Facultad de Psicología, UBA. CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

³ Instituto de Investigaciones de la Facultad de Psicología, UBA. CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

⁴ Instituto de Investigaciones de la Facultad de Psicología, UBA.

use of Arabic numerals and the discrimination of quantities are not associated with each other, both predict a more complex mathematical ability like the resolution of arithmetic problems.

Key words: Assessment - Math skills - Arithmetic problems - Children

Introducción

Las habilidades matemáticas básicas son aquellas de aparición temprana, previa al ingreso del niño a la educación formal, consideradas precursoras de habilidades matemáticas más complejas (Inglis & Gilmore, 2014; Izard, Sann, Spelke, & Streri, 2009; Odic, Libertus, Feigenson, & Halberda, 2013; Park & Brannon, 2013; Sasanguie, Göbel, Moll, Smets, & Reynvoet, 2013; Starr, Libertus, & Brannon, 2013a; Xu, Spelke, & Goddard, 2005). Entre ellas, pueden identificarse habilidades innatas como la estimación de cantidad y la subitización o reconocimiento súbito de cantidades pequeñas, mientras que otras se adquieren de forma espontánea a través de la experimentación del niño con su entorno, como es el caso de la secuencia de conteo convencional, el uso de palabras número y el de numerales arábigos (LeFevre et al., 2006; Raghubar & Barnes, 2017).

Las habilidades básicas descritas por los distintos estudios pueden, además, diferenciarse entre habilidades numéricas de naturaleza simbólica o no simbólica. Dentro de las competencias matemáticas básicas no simbólicas se encuentra a la estimación y discriminación de cantidades y a la subitización o reconocimiento súbito de cantidades pequeñas (Dehaene, 2003; Karolis & Butterworth, 2016). La estimación de cantidades refiere a la habilidad de un sujeto para asignar un valor global a un conjunto de elementos, rápidamente y sin que se realice un conteo de cada ítem individual. Se trata de una representación numérica primitiva, aproximada, de cantidad (Inglis & Gilmore, 2014). La subitización, por otro lado, refiere a la habilidad del sujeto para acceder a una representación rápida y exacta de la cantidad de elementos presentes, pero solo cuando se trata de hasta 3 o 4 objetos (Trick & Pylyshyn, 1994). Tanto la estimación como la subitización han sido estudiadas en adultos y niños, e incluso en infantes de pocos meses de vida y en otras especies, como primates, peces o roedores pequeños, a través del paradigma de habituación (Agrillo, Miletto Petrazzini, & Bisazza, 2014; Leibovich, Henik, & Salti, 2015; Lipton & Spelke, 2004; Xu, 2003).

En relación a éstas habilidades pueden diferenciarse dos sistemas nucleares de procesamiento cognitivo de cantidad, uno que permite al sujeto representarse mentalmente magnitudes numéricas de forma aproximada (sistema numérico aproximado), base de la estimación, y uno que permite a acceder a una representación exacta de cantidad pero que sólo se limita al reconocimiento inmediato de hasta 3 o 4 objetos, y explica el fenómeno de subitización (Feigenson, Dehaene, & Spelke, 2004; Hyde & Spelke, 2011). Sobre este último se encuentra en discusión si pertenece exclusivamente al dominio numérico o se sostiene en un sistema visual de dominio general que permite la indexación simultánea de

múltiples objetos (Piazza, Fumarola, Chinello, & Melcher, 2011; Shimomura & Kumada, 2011; Trick & Pylyshyn, 1994). Aún así, se ha observado que esta habilidad predice el rendimiento posterior del niño en tareas que evalúan habilidades matemáticas más complejas (Benoit, Lehalle, & Jouen, 2004).

Las habilidades matemáticas simbólicas, a diferencia de la subitización y la estimación, son exclusivas de los humanos, y de igual manera resultan necesarias para el desempeño adecuado de niños y adultos en la vida cotidiana. La comprensión y el manejo de símbolos numéricos incluye el uso de palabras número (*e.g.* /dos/) y numerales arábigos (*e.g.* 2), la posibilidad de vincularlos con las cantidades discretas que representan, así como la habilidad para operar con ellos (Benoit, Lehalle, Molina, Tijus, & Jouen, 2013; Dansilio & Chiappa, 2000; Knudsen, Fischer, Henning, & Aschersleben, 2015; Mix, Sandhofer, & Baroody, 2005). Estas habilidades permiten acceder a representaciones exactas de cantidad, incluso en conjuntos numerosos, a través de la secuencia convencional de conteo y a través de operaciones matemáticas como la resta y la suma, las cuales hacen uso de estos símbolos para agrupar o segregar conjuntos. La posibilidad de manipular cantidades a través de estas operaciones es también considerada una habilidad matemática básica, aun cuando resolver este tipo de algoritmos supone la codificación de la información que se presenta, la recuperación de procedimientos adecuados desde la memoria de largo plazo, llevar a cabo el cálculo propiamente dicho y alcanzar una respuesta determinada (De Stefano & LeFevre, 2004). El encuentro recurrente con ciertas operaciones simples del estilo de $2+2=4$ favorece el almacenamiento en la memoria de largo plazo de combinaciones numéricas, hechos aritméticos, que se recuperan automáticamente al momento de resolver un problema aritmético, y que mejoran la efectividad en este tipo de tareas (Aschcraft & Battaglia, 1978).

Actualmente, en nuestro medio se cuenta con el *Test* Pro-Cálculo para la evaluación del procesamiento del número y el cálculo en niños de 5 años y 6 meses a 8 años y 11 meses (Feld, Taussik, & Azzareto, 2006). Este instrumento consta de una serie de pruebas de papel y lápiz que buscan evaluar la estimación de cantidades, la enumeración, la automatización de la secuencia de conteo, la resolución de problemas aritméticos, así como el conocimiento de numerales arábigos y palabras número. Si bien la mayoría de las habilidades básicas descriptas inicialmente pueden ser evaluadas con este *test*, los estímulos no son presentados por tiempos fijos, ni se registran los tiempos de respuesta. Esto, por ejemplo, dificulta la evaluación de la estimación, ya que al no manipularse el tiempo de presentación de los estímulos, el sujeto puede contar los elementos individuales. Por otro lado, las pruebas han sido diseñadas para niños de 6 años en adelante. Esto limita su uso en muestras con niños de menor edad.

Otros *tests* diseñados para la evaluación de habilidades matemáticas básicas, pero que no han sido adaptados para la población local, son el TEMA-3 -*Test of Early Mathematics ability*- (Ginsburg & Baroody, 2003) y TEDI-MATH (Van Nieuwenhoven,

Grégoire, & Noël, 2001). El primero evalúa habilidades básicas, como numeración, comparación de cantidades, cálculo informal y conceptos matemáticos básicos en niños de 3 años a 8 años y 11 meses, mientras que el segundo evalúa transcodificación de una expresión numérica a otra, sistema posicional en base 10, fracciones, cálculo, resolución de problemas aritméticos y conceptos básicos de geometría en niños de 5 a 8 años. En ambos casos, debido a que no puede regularse el tiempo de presentación de los estímulos o registrar el tiempo de respuesta de los niños, resulta difícil la evaluación de las habilidades de estimación y subitización. Adicionalmente, estas pruebas no han sido validadas en población local, por lo que no pueden ser utilizadas sin un proceso de adaptación y validación. Por otra parte, numerosos trabajos que tienen por objetivo estudiar el desarrollo de las habilidades matemáticas básicas en niños utilizan instrumentos *ad hoc* que varían en cuanto a sus características de estudio a estudio, lo cual interfiere en los análisis al comparar los resultados de un trabajo al siguiente.

Por lo arriba mencionado, resulta de importancia contar con un instrumento confiable y válido en nuestro medio que permita evaluar las habilidades matemáticas en niños pre-escolares, para poder detectar posibles alteraciones y así diseñar intervenciones tempranas, de forma previa al ingreso del niño a la educación formal.

El presente estudio tiene como objetivo presentar un instrumento, la Batería de Habilidades Matemáticas Básicas (BHAMBa), diseñado para la evaluación de habilidades matemáticas en niños de 4 a 6 años. Esta batería cuenta con 9 tareas informatizadas que permiten evaluar estimación de cantidades, subitización, conteo, conocimiento y comprensión de numerales arábigos y resolución de problemas aritméticos simples. A diferencia del *Test Pro-Cálculo*, permitiría detectar alteraciones de la función matemáticas antes de que el niño ingrese a la escuela primaria. Además, al estar informatizada, a diferencia de los *Tests* TEMA-3 y Tedi-math, resulta posible regular el tiempo de presentación de los estímulos y el tiempo de respuesta de los niños. Esto permite evaluar con mayor precisión habilidades como estimación de cantidades y subitización, así como el grado de automatización del conteo, reconocimiento y comprensión de arábigos.

Para lograr el objetivo propuesto, se describe el desempeño en comprensión y conocimiento de numerales arábigos, discriminación de cantidades y resolución de problemas aritméticos en niños de 4 años evaluados a partir de la BHAMBa. Además se busca analizar el grado de asociación entre las tareas que evalúan habilidades matemáticas simbólicas y no simbólicas, conocimiento de numerales arábigos y discriminación de cantidades respectivamente, y evaluar el valor predictivo de estas variables sobre la resolución de problemas aritméticos.

Método

Participantes

La muestra estuvo conformada por 84 niños de 4 años (edad en meses: $M = 5.84$; $DE = 3.04$) de ambos sexos (39 mujeres -52.7 %- y 35 varones), alumnos de dos escuelas

de gestión privada de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Siendo que se busba estudiar el desarrollo típico de una función, fueron excluidos del análisis de datos los puntajes pertenecientes a niños con trastornos auditivos o del lenguaje, alteraciones neurológicas, psiquiátricas. Se excluyeron, asimismo, niños con un CI inferior a 80. Esta medida se obtuvo a través de la administración de los subtests Construcción con Mosaicos y Vocabulario de la escala de inteligencia para preescolares WPPSI-III (Weschler, 1998), calculando el CI estimado a través del procedimiento de Tellegen y Briggs (Sattler, 1996), el cual guarda una alta correlación con el CI derivado de la aplicación total de la prueba.

Los niños participaron con el consentimiento informado de los padres, a los que se les garantizó el anonimato y la confidencialidad de la información.

Materiales

Se utilizaron tareas pertenecientes a la Batería de Habilidades Matemáticas Básicas (BHaMBa, *ad hoc*). Las tareas fueron validadas en una muestra de 233 niños de 4, 5 y 6 años, alumnos de escuelas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Los índices de fiabilidad de cada prueba son reportados junto con la descripción de las mismas.

Discriminación de cantidades: Esta tarea evalúa la capacidad de estimar cantidades del participante, independientemente del conocimiento matemático simbólico como palabras número o numerales arábigos. La misma consiste en la presentación simultánea de dos conjuntos de puntos de alto contraste en la pantalla de una computadora, uno a cada lado de la misma. En cada ensayo el niño debe decidir cuál de los conjuntos es la más numeroso presionando el botón izquierdo o derecho de una botonera, según corresponda. La imagen permanece en la pantalla un máximo de 3 segundos o hasta que el participante presione un botón, evitando así que el niño cuente los elementos individuales (ver Figura 1). La dificultad de los ítems varía dependiendo de la razón numérica entre los dos conjuntos, las cuales pueden ser 1.15, 1.5, 2 o 3. Para cada razón se muestran 4 estímulos (por ejemplo, los ensayos para la relación 2 son 4 vs 8, 6 vs 12, 8 vs 16 y 16 vs 32). La tarea incluye 4 ensayos de entrenamiento y 16 ensayos de prueba. El puntaje obtenido equivale al total de respuestas correctas. Cuenta con un índice de fiabilidad por consistencia interna de .77 (Alfa de Cronbach).

Numerales arábigos: La evaluación del reconocimiento y comprensión de los numerales arábigos incluye tres pruebas, las cuales arrojan un puntaje global que incluye al total de respuestas correctas de cada una de ellas. Las tareas se describen a continuación.

Reconocimiento: Esta tarea evalúa si el niño reconoce los números arábigos 1 a 9. Con este propósito, se pide a los participantes que nombren tan rápido como puedan los dígitos que aparecen en la pantalla de la computadora. Éstos se presentan uno tras

otro y de forma aleatoria, para evitar que el niño utilice la secuencia convencional de conteo para acceder a la etiqueta correcta. Los estímulos están presentes solamente durante 2 segundos, ya que se espera que sean reconocidos sin esfuerzo (ver Figura 1). La tarea incluye 2 ensayos de entrenamiento y 9 ensayos de prueba. Cuenta con un índice de fiabilidad por consistencia interna de $\alpha = .75$ (Alfa de Chronbach).

Emparejamiento: Esta tarea evalúa si el niño conoce las cantidades que cada dígito representa. Para ello, en una pantalla se muestra simultáneamente un dígito (2 a 9) y un conjunto de puntos. El niño debe decidir, lo más rápido posible, si la cantidad coincide con el número presionando un botón en una botonera (ver Figura 1). La prueba consta de 4 ítems de entrenamiento y 16 de prueba. Cuenta con un índice de fiabilidad por consistencia interna de $\alpha = .78$ (Alfa de Cronbach).

Línea numérica: Esta tarea evalúa la capacidad del niño para asociar un dígito con una ubicación espacial específica y una posición en relación a otros números. Consiste en la presentación de una línea que comienza en 1 y que termina en 10 o 20 (dependiendo de la dificultad del ítem), y que posee dos marcas intermedias. Al niño se le da un numeral arábigo que él debe asociar a una de las localizaciones indicadas en la línea, presionando para ello el botón izquierdo o derecho de una botonera según corresponda (ver Figura 1). La tarea incluye 4 ensayos de entrenamiento y 12 de prueba. Cuenta con un índice de fiabilidad por consistencia interna de $\alpha = .65$ (Alfa de Cronbach).

Problemas aritméticos: El propósito de esta tarea es evaluar la capacidad del sujeto para resolver problemas de suma y resta situados en contexto. Si el niño no puede resolver la operación correctamente mediante el cálculo mental o el conteo de dedos, se le presentan los elementos incluidos en el problema en una pantalla como ayuda visual. Se obtienen puntuaciones diferentes dependiendo de cómo el niño realice la operación, esto es 3 puntos para el cálculo mental, 2 para el conteo de dedos, 1 para ayuda visual, 0 cuando el error persiste luego de la presentación de los elementos en la pantalla. Respecto de la estructura de los ítems, cada uno de ellos incluía un máximo de tres proposiciones, y las operaciones se realizaban sobre elementos del mismo tipo (añadiendo manzanas a manzanas, lápices a lápices), evitando la mayor cantidad posible de información irrelevante, como pueden ser nombres o lugares. El objetivo fue facilitar tanto como fuese posible la construcción de la representación mental del texto. Siguiendo la clasificación de Kintsch y Greeno (1985), solo se utilizaron problemas de tipo Cambio con resultado desconocido (“Si tenés seis globos pero dos se vuelan, ¿Cuántos globos te quedan?”) y Combinación con conjunto mayor desconocido (“Si hay tres galletitas en la lata azul y dos galletitas en la lata roja, ¿Cuántas galletitas hay en total?”). Tanto para las sumas como para las restas la cantidad mayor con que se trabajó fue de 12 elementos, y los sets a combinar son 2 o 3, dependiendo del nivel de dificultad del ítem. Cuenta con un índice de fiabilidad por consistencia interna de $\alpha = .89$ (Alfa de Cronbach).

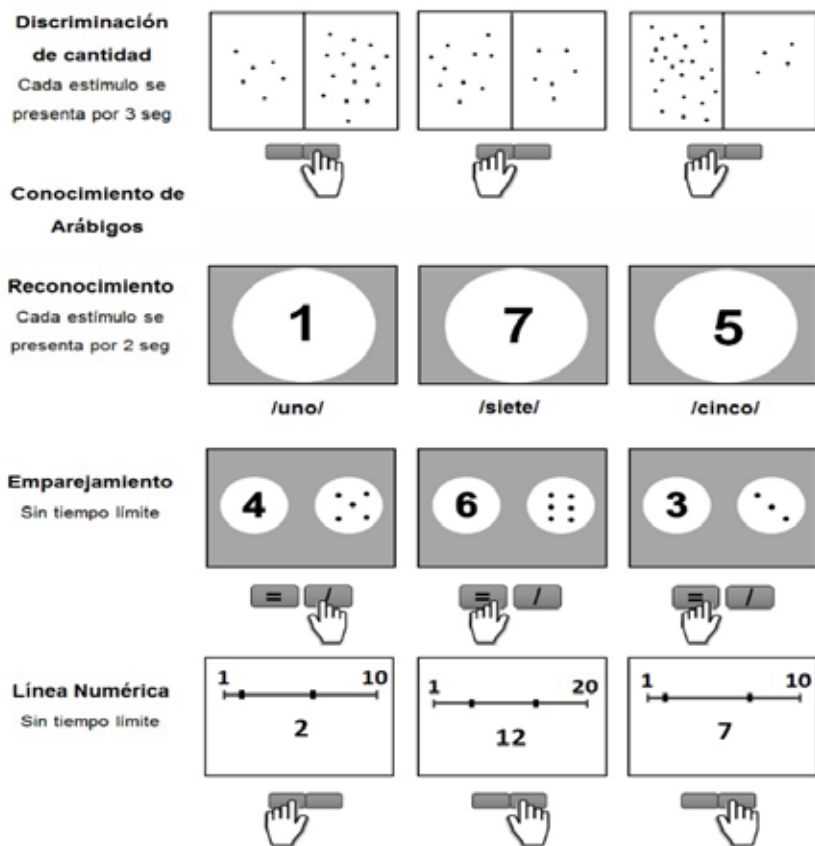


Figura 1. Ejemplos de la estructura de los estímulos en cada tarea.

Procedimiento

Las tareas descritas previamente fueron administradas a cada sujeto con una notebook de 17” en una única sesión individual, en un ambiente libre de ruidos y distracciones, dentro de la institución escolar.

Análisis de datos

Con el fin de mostrar el desempeño de habilidades matemáticas básicas en niños de 4 años, y estudiar la relación entre ellas, se realizaron distintos análisis. En primer lugar, se analizaron las distribuciones y se obtuvieron los estadísticos descriptivos de las pruebas administradas. En segundo lugar, con el propósito de comparar las

puntuaciones en las distintas pruebas se realizó un ANOVA de medidas repetidas y se empleó como *pos hoc* la prueba de contraste de Bonferroni. Luego, se llevó a cabo un análisis de correlaciones entre las pruebas empleando el estadístico *r* de Pearson y, finalmente, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple con la estimación y la comprensión de arábigos (combinación de los puntajes de las tareas Reconocimiento, Emparejamiento y Línea numérica) como variables predictoras y la resolución de problemas aritméticos como variable predicha.

Resultados

Con el propósito de mostrar el desempeño de las habilidades matemáticas básicas en niños de 4 años, se analizaron las distribuciones de los porcentajes de aciertos y se obtuvieron los estadísticos descriptivos. En la Tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos y en las Figuras 2 y 3 puede observarse la distribución de las variables.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las pruebas de habilidades matemáticas básicas

	M	Mdn	DE	Mín	Máx	As	Cu	P25	P75	K-S ⁸⁴
Discriminación de cantidad	73,21	75	20,73	19	100	-0,98	0,51	68,75	87,50	0,19**
Conocimiento de arábigos	69,02	73	10,30	41	86	-0,79	0,19	62,16	75,68	0,17**
Reconocimiento	75,13	78	17,98	33	100	-0,36	-0,44	66,57	88,89	0,14**
Emparejamiento	78,72	81	12,39	44	94	-1,04	1,13	75,00	87,50	0,18**
Línea Numérica	51,49	54	13,45	25	75	-0,19	-0,95	41,67	54,17	0,19**
Problemas aritméticos	26,26	22	15,45	2,8	67	0,58	-0,13	14,69	22,22	0,11**

** $p < .01$

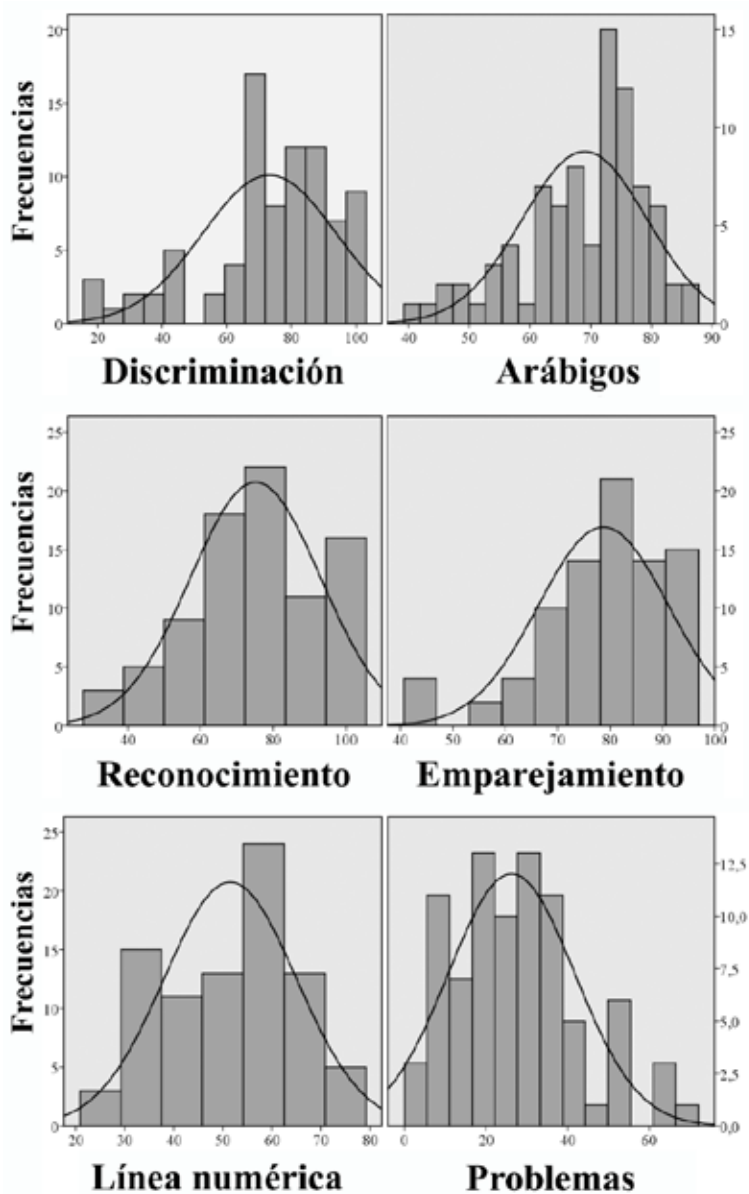


Figura 2. Distribución de frecuencias de cada tarea con el ajuste a la curva normal.

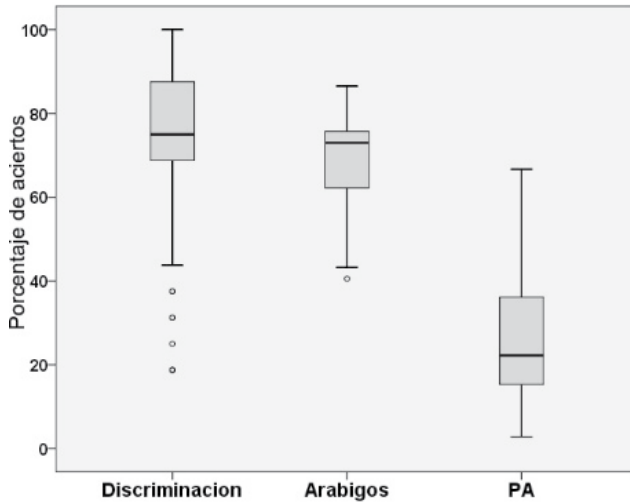


Figura 3. Diagrama de cajas para las variables Discriminación de cantidad, Conocimiento de Árabigos y Problemas aritméticos.

En la Figura 4 puede observarse el rendimiento del grupo en la tarea Problemas aritméticos tomando el porcentaje de sumas y restas realizadas correctamente con cada estrategia evaluada (apoyo visual, conteo con los dedos y cálculo mental), así como el porcentaje de errores para cada operación.

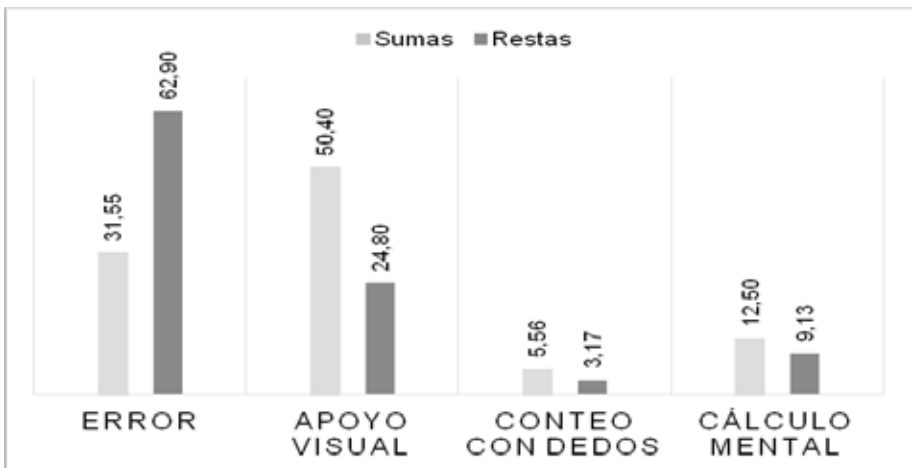


Figura 4. Rendimiento del grupo en la tarea Problemas aritméticos.

Si bien la prueba Kolmogorov-Smirnov resultó significativa para todas las tareas, los valores de asimetría y curtosis, que en todos los casos se encuentran entre -1.5 y 1.5, permiten asumir la normalidad de la distribución de las puntuaciones (Gravetter & Wallnau, 2014; Tabachnick & Fidell, 2013). Por esa razón se utilizaron estadísticos paramétricos para los análisis llevados a cabo.

Se realizó un ANOVA de medidas repetidas para evaluar las diferencias en el rendimiento de los niños en las tres tareas que forman el puntaje de Conocimiento de arábigos -Reconocimiento, Emparejamiento y Línea Numérica- con la prueba de contraste de Bonferroni como análisis *pos hoc*. El resultado mostró diferencias significativas en el desempeño ($F_{(2, 166)} = 119.23$, $MSE = 154.25$, $p < .001$, $\eta^2 = .59$), específicamente en las tareas Reconocimiento y Emparejamiento al ser comparado con el rendimiento en la tarea Línea Numérica ($p < .001$). En ambos casos, el desempeño en esta última fue menor.

Se realizó un segundo ANOVA de medidas repetidas para comparar el desempeño de los sujetos en las tareas de Discriminación de cantidades, Problemas Aritméticos y el puntaje combinado de Conocimiento de arábigos. El resultado mostró diferencias significativas en el desempeño ($F_{(2, 166)} = 281.14$, $MSE = 201.73$, $p < .001$, $\eta^2 = .77$). Se observó que, en la edad estudiada, el rendimiento en la tarea de Problemas aritméticos es significativamente menor que en las tareas Discriminación de cantidades y Conocimiento de arábigos ($p < .001$).

Posteriormente, se realizó un análisis de correlaciones el cual mostró que tanto la discriminación de cantidades ($r = .28$; $p = .01$) como el conocimiento de los numerales arábigos ($r = .48$; $p < .001$) se asocian de forma positiva significativa con la resolución de problemas aritméticos, en ausencia de una correlación positiva entre discriminación de cantidades y conocimiento de arábigos.

Posteriormente se realizó un análisis de regresión lineal en los cuales se incluyó a la resolución de problemas aritméticos como variable dependiente y a las variables discriminación de cantidades y conocimiento de arábigos como variables independientes. El modelo resultó significativo [$F_{(2, 83)} = 17.05$, $p < .001$] y explica el 30% de la varianza de las puntuaciones en problemas aritméticos. Los coeficientes obtenidos sugieren que tanto el conocimiento de arábigos ($t = 5.02$; $p < .001$; $\beta = .68$), como la discriminación de cantidades ($t = 2.88$; $p < .01$; $\beta = .45$), predicen el rendimiento en la variable dependiente. Al analizar las correlaciones entre conocimiento de arábigos y problemas aritméticos, y entre discriminación de cantidades y problemas aritméticos, a través de una prueba z para coeficientes de correlación dependientes (Lee & Preacher, 2013), no se encontraron diferencias significativas entre las mismas que sugieran mayor peso de una de las variables independientes sobre la dependiente ($z = -1.42$, $p = 0.16$).

Discusión

En las últimas décadas las neurociencias cognitivas centradas en el desarrollo infantil han identificado ciertas habilidades matemáticas básicas de aparición temprana como predictoras de habilidades más complejas de adquisición posterior (Barth et al., 2008; Inglis & Gilmore, 2014; Izard et al., 2009; Odic et al., 2013; Park & Brannon, 2013; Sasanguie, Göbel, et al., 2013; Starr et al., 2013a; Xu & Arriaga, 2007; Xu et al., 2005). Una línea de investigación se ha centrado en la posibilidad de predecir el desarrollo atípico de la función a través de la evaluación de estas habilidades básicas, es decir, poder diagnosticar alteraciones de forma previa al ingreso del niño a la educación formal (Bugden & Ansari, 2015; Landerl, Bevan, & Butterworth, 2004; Mazocco, Feigenson, & Halberda, 2011). Para ello es necesario conocer en profundidad el desarrollo esperable para estas habilidades en las distintas edades, la forma en que se relacionan unas con otras y contar con instrumentos confiables y válidos para los constructos que buscamos evaluar.

El objetivo del presente trabajo fue mostrar el desempeño en habilidades matemáticas básicas en niños de 4 años, utilizando la BHAMBa, un instrumento especialmente diseñado para su evaluación, y a su vez analizar el grado de asociación entre el conocimiento de numerales arábigos y la discriminación de cantidades respectivamente, y evaluar el valor predictivo de estas variables sobre la resolución de problemas aritméticos situados en contexto.

Respecto del desempeño de los niños de 4 años en las habilidades matemáticas evaluadas puede observarse que el rendimiento es mejor en las consideradas básicas, discriminación de cantidades y uso de arábigos que en una habilidad compleja, como es la resolución de problemas aritméticos. Esta última tarea implica la combinación de cantidades a las cuales el niño debe acceder a partir del nombre de los números, debe mantener activas en la memoria las representaciones numéricas para poder operar con ellas, y la tarea se encuentra facilitada por el acceso a hechos aritméticos almacenados en la memoria de largo plazo. Posiblemente, por estas razones la tarea resulte de mayor dificultad que la discriminación de cantidades y el uso de arábigos para niños de esta edad. Dentro del conocimiento de los numerales arábigos, puede observarse que la tarea que menor puntaje tuvo fue la de Línea numérica, la cual implica conocer los numerales arábigos, poder relacionarlos con otros dígitos y, además, poder estimar la posición de los numerales en una recta. Nuevamente, esta tarea implica una mayor dificultad que poder vincular los dígitos con una palabra número (reconocerlos) o con la cantidad de elementos que estos representan.

En relación a la asociación entre las variables evaluadas, se observó que el conocimiento de numerales arábigos, evaluado a través del reconocimiento de los dígitos del 1 al 9, su asociación con cantidades discretas específicas y su vínculo con otros arábigos al ubicarlos en una recta, correlaciona de forma significativa con la habilidad de

operar con cantidades para resolver problemas aritméticos. Así mismo, la discriminación de cantidades medida a través de la precisión del niño para determinar cuál es el más numeroso de dos conjuntos de puntos, se asocia positivamente con la efectividad para resolver problemas aritméticos. El conocimiento de arábigos y la discriminación de cantidades, por otro lado, no parecen estar vinculados entre sí.

Se observó además que, en esta edad, tanto el uso y comprensión de los numerales arábigos, como la capacidad para estimar y discriminar cantidades, son variables predictoras de la capacidad de los niños para resolver problemas aritméticos. Estos resultados son consistentes con estudios previos sobre el tema (Halberda, Mazzocco, & Feigenson, 2008; Libertus, Feigenson, & Halberda, 2011; Libertus, Odic, & Halberda, 2012; Mundy & Gilmore, 2009). Se opone, sin embargo, a quienes sólo encontraron una relación significativa entre el rendimiento en una tarea de comparación de arábigos y matemáticas más complejas (Holloway & Ansari, 2009; Sasanguie, Defever, Maertens, & Reynvoet, 2013; Sasanguie, Göbel, et al., 2013) en ausencia de una relación con la precisión para discriminar cantidades. Es preciso tener en consideración que las edades con que se trabajó, las formas de evaluar el conocimiento de los numerales arábigos y la forma de obtener una medida de habilidades matemáticas complejas, varía de forma notable de un estudio al siguiente. Holloway y Ansari (2009), por ejemplo, evaluaron el conocimiento de numerales arábigos en niños de 6 a 8 años a través de una tarea de comparación de arábigos. En ésta se mostraban a los niños dos dígitos simultáneamente y ellos debían seleccionar el mayor de los dos. Los estímulos se mostraban hasta que el niño respondiera y se registraba el TR como medida de la habilidad. Como medida de habilidad matemática compleja se administró una prueba de fluencia en cálculo realizando sumas, restas y multiplicaciones con números de un dígito. Sasanguie y colaboradores (2013), por su parte, utilizaron una prueba de comparación de dígitos similar a aquella empleada por Holloway y Ansari, y una tarea de línea numérica similar a la utilizada en este estudio llegando a 100 como cantidad máxima, donde el niño debía ubicar la línea libremente. La habilidad matemática compleja fue evaluada a través de una tarea de operaciones aritmética que incluía sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, donde los resultados deberían poder recuperarse de la memoria de largo plazo en forma de hechos aritméticos. En el presente estudio, por la edad de los niños de la muestra, resultó imposible evaluar operaciones aritméticas utilizando arábigos, es por ello que decidió utilizarse problemas aritméticos situados en contexto. Las diferencias en las medidas utilizadas podrían explicar las variaciones en los resultados obtenidos.

Siendo que una competencia numérica inicial deficiente puede desembocar en dificultades con habilidades matemáticas más complejas (Aunio & Niemivirta, 2010; Jordan, Hanich, & Kaplan, 2003; Mazzocco, Feigenson, & Halberda, 2011; Siegler et al., 2012; Starr, Libertus, & Brannon, 2013b), y que las diferentes habilidades pueden verse afectadas de forma disociada, mostrando distintos patrones de alteración (Balbi & Dansilio,

2010), conocer en profundidad el desarrollo típico de estas habilidades tempranas permitirá eventualmente detectar alteraciones específicas de forma previa al ingreso del niño a la educación formal y planificar intervenciones acordes, posibilitando que el niño tenga las mismas oportunidades de alcanzar el desempeño esperado académicamente (Clements & Sarama, 2011). Es por ello que es necesario contar con instrumentos válidos para los niños de nuestro medio, en edades tempranas, de forma de obtener resultados confiables acerca del desarrollo de las habilidades matemáticas en niños.

Referencias

- Agrillo, C., Miletto Petrazzini, M. E., & Bisazza, A. (2014). Numerical acuity of fish is improved in the presence of moving targets, but only in the subitizing range. *Anim Cogn*, 17(2), 307-316. doi: 10.1007/s10071-013-0663-6
- Ashcraft, M.H. and J. Battaglia (1978). Cognitive arithmetic: Evidence for retrieval and decision processes in mental addition. *Journal of experimental psychology. Human memory and learning*, 4: p. 527-538.
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20, 427-435.
- Balbi, A., & Dansilio, S. (2010). Dificultades de aprendizaje del cálculo: contribuciones al diagnóstico psicopedagógico. *Ciencias Psicológicas*, IV(1), 7-15.
- Benoit, L., H. Lehalle, and F. Jouen, Do young children acquire number words through subitizing or counting? *Cognitive Development*, 2004. 19(3): p. 291-307.
- Benoit, L., Lehalle, H., Molina, M., Tijus, C., & Jouen, F. (2013). Young children's mapping between arrays, number words, and digits. *Cognition*, 129, 95-101. doi: 10.1016/j.cognition.2013.06.005
- Bugden, S., & Ansari, D. (2015). Probing the nature of deficits in the 'Approximate Number System' in children with persistent Developmental Dyscalculia. *Developmental Sciences*. doi: 10.1111/desc.12324
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968-970. doi: 10.1126/science.1204537
- De Stefano, D. and J.A. LeFevre (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(3): p. 353-386.
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307-314. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.002>

- Feld, V., Taussik, I., & Azzareto, C. (2006). *Test PRO-CALCULO: Test para la evaluación del procesamiento del número y el cálculo en niños*. Buenos Aires: Paidós.
- Ginsburg, H. P., & Baroody, A. J. (2003). *Test of Early Mathematics Ability-Third Edition*. Austin TX.
- Gravetter, F., & Wallnau, L. (2014). *Essentials of statistics for the behavioral sciences (8th ed.)*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Halberda, J., Mazocco, M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlates with maths achievement. *Nature*, *455*, 665-669. doi: 10.1038/nature07246
- Holloway, I. D., & Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: the numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*(1), 17-29. doi: 10.1016/j.jecp.2008.04.001
- Hyde, D. C., & Spelke, E. S. (2011). Neural signatures of number processing in human infants: evidence for two core systems underlying numerical cognition. *Dev Sci*, *14*(2), 360-371. doi: 10.1111/j.1467-7687.2010.00987.x
- Inglis, M., & Gilmore, C. (2014). Indexing the approximate number system. *Acta Psychologica*, *145*, 147-155. doi: 10.1016/j.actpsy.2013.11.009
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(25), 10382-10385. doi: 10.1073/pnas.0812142106
- Karolis, V., & Butterworth, B. (2016). What counts in estimation? The nature of the preverbal system. *Prog Brain Res*, *227*, 29-51. doi: 10.1016/bs.pbr.2016.04.025
- Knudsen, B., Fischer, M., Henning, A., & Aschersleben, G. (2015). The Development of Arabic Digit Knowledge in 4- to 7-Year-Old Children. *Journal of Numerical Cognition*, *1*(1), 21-37. doi: http://doi:10.5964/jnc.v1i1.4
- Landerl, K., Bevan, A., & 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
- Lee, I. A., & Preacher, K. J. (2013). Calculation for the test of the difference between two dependent correlations with one variable in common [Computer software].

- Leibovich, T., Henik, A., & Salti, M. (2015). Numerosity processing is context driven even in the subitizing range: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 77, 137-147. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2015.08.016
- Libertus, M. E., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Preschool acuity of the approximate number system correlates with school math ability. *Developmental Sciences*, 14(6), 1292-1300. doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01080.x
- Lipton, J., & Spelke, E. (2004). Discrimination of large and small numerosities by human infants. *Infancy*, 5, 271-290. doi: http://dx.doi.org/10.1207/s15327078in0503_2
- Mazzocco, A. D., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Preschoolers' precision of the approximate number system predicts later school mathematics performance. *PLoS One*, 6(9), e23749. doi: 10.1371/journal.pone.0023749
- Mazzocco, M. M., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Impaired Acuity of the Approximate Number System Underlies Mathematical Learning Disability (Dyscalculia). *Child Development*, 82(4), 1224-1237. doi: 10.1111/j.1467-8624.2011.01608.x
- Mix, K. S., Sandhofer, C. M., & Baroody, A. J. (2005). Number words and number concepts: the interplay of verbal and nonverbal quantification in early childhood. *Adv Child Dev Behav*, 33, 305-346.
- Mundy, E., & Gilmore, C. K. (2009). Children's mapping between symbolic and nonsymbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(4), 490-502. doi: 10.1016/j.jecp.2009.02.003
- Odic, D., Libertus, M. E., Feigenson, L., & Halberda, J. (2013). Developmental change in the acuity of approximate number and area representations. *Developmental Psychology*, 49(6), 1103-1112. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/a0029472>
- Park, J., & Brannon, E. M. (2013). Training the approximate number system improves math proficiency. *Psychological Science*, 24(10), 2013-2019. doi: 10.1177/0956797613482944
- Piazza, M., Fumarola, A., Chinello, A., & Melcher, D. (2011). Subitizing reflects visuo-spatial object individuation capacity. *Cognition*, 121(1), 147-153. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2011.05.007>
- Raghubar, K. P., & Barnes, M. A. (2017). Early numeracy skills in preschool-aged children. *Clinical Neuropsychology*, 31(2), 329-351. doi: 10.1080/13854046.2016.1259387

Sasanguie, D., Defever, E., Maertens, B., & Reynvoet, B. (2013). The approximate number system is not predictive for symbolic number processing in kindergarteners. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(2), 271-280. doi: 10.1080/17470218.2013.803581

Sattler, J.M. (1996). Evaluación infantil. 3ª ed., México, DF: El Manual Moderno.

Shimomura, T., & Kumada, T. (2011). Spatial working memory load affects counting but not subitizing in enumeration. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(6), 1694-1709. doi: <http://dx.doi.org/10.3758/s13414-011-0135-5>

Siegler, R. S., Duncan, G. J., Davis-Kean, P. E., Duckworth, K., Claessens, A., Engel, M., Susperreguy, M.I., Chen, M. (2012). Early predictors of high school mathematics achievement. *Psychol Sci*, 23(7), 691-697. doi: 10.1177/0956797612440101

Starr, A., Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2013a). Infants Show Ratio-dependent Number Discrimination Regardless of Set Size. *Infancy*, 18(6). doi: 10.1111/infa.12008

Starr, A., Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2013b). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 110(45), 18116-18120. doi: 10.1073/pnas.1302751110

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Boston: Pearson Education.

Trick, L. M., & Pylyshyn, Z. W. (1994). Why are small and large numbers enumerated differently? A limited-capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review*, 101, 80-102. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295x.101.1.80>

Van Nieuwenhoven, C., Grégoire, C. J., & Noël, M. P. (2001). *Le TEDI-MATH: Test diagnostique des compétences de base en mathématiques*. Paris: ECPA.

Wechsler, D. (1998). *Test de inteligencia para preescolares WPSI-III, Manual*. Buenos Aires: Paidós.

Xu, F., Spelke, E. S., & Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Dev Sci*, 8(1), 88-101. doi: 10.1111/j.1467-7687.2005.00395.x

Fecha de recepción: 23/06/17

Fecha de aceptación: 17/07/17