

IV Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología
XIX Jornadas de Investigación VIII Encuentro de Investigadores en Psicología
del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos
Aires, 2012.

Caracterización de la eficacia de cálculo en sujetos de edad escolar.

Singer, Vivian y Cuadro, Ariel.

Cita:

Singer, Vivian y Cuadro, Ariel (2012). *Caracterización de la eficacia de cálculo en sujetos de edad escolar. IV Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XIX Jornadas de Investigación VIII Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-072/185>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/emcu/ADw>

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

CARACTERIZACIÓN DE LA EFICACIA DE CÁLCULO EN SUJETOS DE EDAD ESCOLAR

Singer, Vivian - Cuadro, Ariel

Universidad Católica del Uruguay

Resumen

Un aspecto significativo para una mejor comprensión de las dificultades de aprendizaje en el cálculo, es analizar si el déficit en la eficacia en el cálculo responde a un retraso en el desarrollo o una desviación del mismo. Con ese objetivo en este estudio además de caracterizar el desempeño en la eficacia de cálculo en sujetos de 1° a 6° año escolar, nos propusimos observar si la trayectoria en la evolución de la eficacia del cálculo es similar en los alumnos con un desempeño promedio, alto y bajo, o si por el contrario presentan trayectorias de evolución diferentes. A una muestra intencional de 331 alumnos se le aplicó el Test de Eficacia en Cálculo Aritmético (TECA) (Singer & Cuadro, 2011) y se analizaron sus resultados de acuerdo al grado escolar y al desempeño alcanzado. Los resultados indican que la Eficacia de Cálculo incrementa a lo largo del ciclo escolar pero no en forma homogénea y que los sujetos con dificultades de cálculo muestran un desarrollo enlentecido en las “estrategias procedurales” y no logran acceder a las “estrategias de recuperación”; lo que se correspondería con un déficit específico más que un retraso en el desarrollo de las habilidades del cálculo

Palabras Clave

Eficacia cálculo, aprendizaje, discalculia

Abstract

CHARACTERIZING OF ARITHMETIC FLUENCY IN SCHOOL-AGED SUBJECTS

A significant aspect for a better understanding of learning disabilities in arithmetic skills, is to analyze whether the deficit in arithmetic fluency corresponds to a developmental delay or to a developmental deviation. In this study we intend to characterize the performance in arithmetic fluency in subjects from grade 1-6, and furthermore to observe if the evolution course of the arithmetic fluency is similar for students with high, low and average performance, or if on the contrary they present different evolutionary courses. An intentional sample of 331 students completed the “Test de Eficacia en Cálculo Aritmético” (TECA) (Singer & Cuadro, 2011) and the results were analyzed according to grade level and to the achieved performance. The results reflect that the arithmetic fluency increases throughout school years, but not homogeneously and that subjects with arithmetic disabilities show a slower development regarding to “procedural strategies” and fail to achieve “recovery strategies”. This would correspond to a specific deficit rather than a delay in the development of arithmetic skills.

Key Words

arithmetic fluency, learning disabilities

Introducción

Al inicio de la educación formal, la mayoría de los niños han coordinado sus conocimientos numéricos y habilidades para contar, con el conocimiento implícito de la suma y la resta. De esta forma están en condiciones de empezar a utilizar los números en palabra y formato arábigo para responder a las operaciones formales de suma y resta (Groen & Resnick, 1977; Levine et al., 1992; Siegler & Jenkins E; 1989), incorporando luego las multiplicaciones y divisiones.

A lo largo de este desarrollo los niños combinan diversas estrategias y procedimientos para resolver las diferentes operaciones, sin embargo la mayoría de ellos sigue un patrón evolutivo común. Las investigaciones dan cuenta de cómo se modifican las estrategias que utilizan los niños para resolver cálculos simples (combinaciones de dos dígitos menores a 10), las llamadas Combinaciones Numéricas Básicas (CNB) (Ashcraft, 1982; Carpenter, et al., 1984; Geary, 1994; Siegler, 1996).

Para resolver las CNB tanto niños como adultos se valen de dos estrategias principales: “Estrategias Procedurales” (EP) y “Estrategias de Recuperación” (ER) (Dehaene & Cohen, 1997; Roussel, 2002; Zhou, 2003). Las EP implican el conteo y por lo general la manipulación de cantidades a lo largo de la línea numérica mental. Mientras las ER, son más rápidas y eficaces, y se dan como producto de una intensa repetición de las CNB, las cuales se almacenan en la memoria a largo plazo existiendo una asociación fonológica entre el par de dígitos y su respuesta. A las CNB almacenadas en la memoria a largo plazo se las llama Hechos Numéricos Básicos HNB (Temple & Sherwood, 2002). Dentro de las EP, se distinguen los Procedimientos de Conteo y Procedimientos de Descomposición (Fuson, 1982; Groen & Parkman, 1972). El Procedimiento de Conteo es el más utilizado por los niños pequeños. Se han descrito dos procedimientos básicos: “contar desde” y “contar todo”. “Contar desde” implica empezar a contar desde uno de los sumandos, por lo general el de mayor valor y luego agregar de a uno la cantidad de unidades que indique el otro sumando (por ejemplo para resolver $5+2$, hacen: 5... 6 y 7). “Contar todo”, implica contar los dos sumandos empezando desde 1 (por ejemplo para resolver $5+2$... 1, 2, 3, 4, 5... 6, 7). El desarrollo de estos procesos de cálculo, se encuentra en estrecha relación con la conceptualización del conteo y a medida que esta avanza se refleja un cambio gradual en el pasaje de las estrategias de “contar todo” a “contar desde” (Geary & Widaman, 1992; Siegler, 1987). Estos procedimientos de conteo son a veces realizados con el apoyo de los dedos (estrategias de conteo con dedos) y otras veces sustituyendo el soporte de los dedos por un apoyo verbal: estrategia de conteo verbal (Siegler & Shrager, 1984). Por su parte el Procedimiento de Descomposición implica transformar las CNB en una forma más sencilla para poder resolverla (por ejemplo al sumar $5+6$, hacen $5+5+1$).

Tanto niños como adultos utilizan múltiples estrategias para resolver CNB, y el rendimiento está estrechamente relacionado tanto con la selección de la estrategia a utilizar como la eficacia con la que esta se desarrolle. La selección se refiere a la elección de una estrategia EP o ER. La eficacia se refiere a la precisión y velocidad con la que se llega a la solución. Las ER son generalmente más eficaces que las EP, y a su vez dentro de las EP, el procedimiento de descomposición es más eficaz que el de conteo. A lo largo del ciclo escolar los niños evolucionan desde las EP más rudimentarias hacia las EP de descomposición y las ER (Geary, 1994).

Sin embargo los niños con dificultades de aprendizaje en cálculo difieren significativamente en el patrón evolutivo de las estrategias y procedimientos que utilizan para realizar los cálculos. Presentan un desarrollo entretardado de las habilidades procedurales del cálculo y presentan dificultades persistentes para almacenar y evocar HNB (Geary, et al., 2004; Geary, 2011; Jordan & Montani, 1997; Jordan, et al., 2003; Butterworth, 2005). También tienden a cometer más errores en la ejecución de EP. (Geary, et al., 2007; Geary, 1990; Jordan, et al., 2003), por lo cual su eficacia en cálculo se ve disminuida con respecto a sus pares.

Un aspecto significativo para una mejor comprensión de las dificultades de aprendizaje en el cálculo, es analizar si el déficit en la eficacia en el cálculo responde a un retraso en el desarrollo o una desviación del mismo. Con ese objetivo en este estudio además de caracterizar el desempeño en la eficacia de cálculo en sujetos de 1° a 6° año escolar, nos propusimos observar si la trayectoria en la evolución de la eficacia del cálculo es similar en los alumnos con un desempeño promedio, alto y bajo, o si por el contrario presentan trayectorias de evolución diferentes.

Método

Participantes. Se seleccionó una muestra intencional compuesta por 331 alumnos de un colegio de la ciudad de Montevideo, correspondiente a un estrato socioeconómico medio-alto. La muestra total se distribuye en 6 grupos de 1° a 6° grado escolar (1°, n=53; 2°, n=45, 3°, n=61; 4°, n=66; 5°, n=43; 6°, n=63). Dentro de cada clase, diferenciamos 2 grupos de alumnos: alumnos con bajo rendimiento en eficacia de cálculo (percentil 15, n=55) y alumnos con alto rendimiento en eficacia de cálculo (percentil 85, n=57).

Instrumento. Test de Eficacia en Cálculo Aritmético (TECA) versión experimental (Singer & Cuadro, 2011). Se aplicó la Escala Principal "Sumas y Restas" que evalúa combinaciones numéricas de sumas y restas, compuesta por 72 ítems múltiple opción con cuatro alternativas de las cuales solo una es correcta. Se les brinda 3 minutos a los niños y se les pide que respondan lo más rápido posible la mayor cantidad de ítems. Un análisis factorial exploratorio mostró que la Escala de Sumas y Restas del TECA es unidimensional y evalúa la eficacia en cálculo aritmético. Su nivel de confiabilidad se obtuvo realizando una correlación del TECA con el subtest de Fluidez de Cálculo (FC) de la Batería Woodcock- Muñoz. Se obtuvo una correlación de $r=0.89$ de FC con la Escala de Sumas y Restas.

Procedimiento. Una vez que las autoridades del colegio firmaron un consentimiento informado sobre la investigación, se realizó la aplicación grupal de la prueba.

Se utilizaron los programas estadísticos: R Development Core Team (2008) y G*Power 3 para el análisis de todos los resultados y se fijó como punto de significancia $p < 0.05$ (Fisher, 1956).

Resultados

Para la Escala Sumas y Restas (ESR) de TECA se calcularon los estadísticos descriptivos y se aplicaron las pruebas de Normalidad (Test de Shapiro-Wilks), y de la Homogeneidad de la Varianza (Test de Bartlett), para cada uno de los grupos y para la muestra total. Los datos expuestos en la Tabla 1 nos indican que en ninguno de los grupos el rendimiento en ESR se ajusta a una distribución normal ($p > .05$). Los rendimientos en ESR de la muestra total si se ajustan a la distribución normal, $p < .05$, por lo cual rechazamos la hipótesis nula. En el Test de Bartlett de homogeneidad de las varianzas para ESR, se obtuvo un $F(5,330)=20,94$ con un valor p asociado $< .05$, lo cual nos permite utilizar pruebas paramétricas para comprobar la existencia de diferencias entre el puntaje de la ESR con límite de tiempo en la variable Clase de 1° a 6°.

Escala Sumas y Restas (ESR)

Clase	N	Media	DE	Normalidad	Valor p
1°	53	16,58	6,68	0,978	<0,5
2°	45	27,36	10,6	0,979	<0,5
3°	61	36,38	7,15	0,963	<0,5
4°	66	44,47	9,96	0,983	<0,5
5°	43	48,02	8,99	0,978	<0,5
6°	63	48,32	10,69	0,980	<0,5
Total	331	0,987	>0,5		

Tabla 1 Estadísticos descriptivos para ESR

Se realizó un ANOVA y se obtuvo un resultado de $F(5,325)=103,1$ con un $p < .05$, lo cual nos permite rechazar la hipótesis de igualdad de las medias. De esta forma es posible concluir que las poblaciones definidas por la variable clase no poseen el mismo puntaje en ESR con tiempo. En consecuencia hay que determinar entre qué grupos existen diferencias.

Se aplicó un contraste de comparaciones múltiples post hoc del método Tukey, observamos que en las medias de ESR existen diferencias significativas ($p < .05$) entre los grupos de 1° año y el resto de los grupos, lo mismo ocurre para 2° y 3° año. En 4°, 5° y 6° año escolar se ve una diferencia significativa con 1°, 2° y 3° grado, pero no se observan diferencias significativas entre las medias de estos grupos.

De la muestra total, se seleccionaron dos grupos, uno de bajo rendimiento en eficacia en cálculo, "Percentil 15", compuesto por alumnos de 1° a 6° año que se encuentran por debajo del percentil 15, y otro grupo de alto rendimiento en eficacia en cálculo "Percentil 85", que agrupa alumnos con percentil superior al 85. Los resultados se describen en la Tabla 2.

Clase	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Percentil 15		Media	7,9	14	26,2	30,2
36	33,3					
DS	3	3,9	4,1	2,55	3	5,8
N	8	6	11	12	8	10
Percentil 85		Media	26,2	42,5	46,9	59,1

60,3	63,2					
DS	4,39	5,72	5,7	4,95	3,6	4,76
N	10	6	11	11	9	10

Tabla 2 Estadísticos descriptivos para ESR en “Percentil 15” y “Percentil 85”

Para cada uno de los grupos, “Percentil 15” y “Percentil 85”, se realizó un ANOVA, se obtuvo un $F(5,49)=66,24$ y un $F(5,51)=83,45$ respectivamente, con un $p<.05$ para las dos comparaciones, por lo cual se rechaza la hipótesis nula, y se acepta que existen diferencias entre las medias de ESR agrupados por la variable clase, tanto para el grupo “Percentil 15” como para el “Percentil 85”. En cada uno de estos se realizó un contraste de comparaciones múltiples post hoc del método Tukey y se calculó el efecto de tamaño entre las clases en las que se establecieron diferencias significativas. Los resultados se ilustran en la

Comp. entre clases	Percentil 15	Percentil 85
Contraste Tukey	Tamaño de Efecto	Tamaño de Efecto
d Cohen	Contraste Tukey	Tamaño de Efecto
d Cohen		
1°-2°	>0,5	2,3
2°-3°	>0,5	3
3°-4°	>0,5	1,3
4°-5°	>0,5	3
5°-6°	<0,5	0

Tabla3.

Tabla 3 Contraste de Tukey y Efecto de Tamaño, en “Percentil 15” y “Percentil 85”

Discusión y conclusiones

Los resultados de éste estudio nos indican que la Eficacia de Cálculo incrementa a lo largo del ciclo escolar. Este incremento no es similar en todos los grupos, se ha observado que entre 1° y 4° grado escolar aumenta la eficacia de cálculo, pero a partir de 4° grado parecería estabilizarse esta habilidad ya que no se observan diferencias estadísticamente significativas entre las medias de 4°, 5° y 6° año escolar.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos previos, a lo largo del desarrollo los niños tienden a resolver los cálculos sencillos con mayor rapidez ya que pasan de EP rudimentarias (por ej. “contar todo”) a EP más evolucionadas (por ej. “descomposición”) y ER (Geary, et al. 2000; Geary, 2011; Siegler & Svetina, 2006).

Sin embargo esta evolución presenta un comportamiento diferente para el grupo “Percentil 15”. Estos alumnos parecerían continuar aumentando su eficacia en cálculo hasta 5° grado, sin mostrar incrementos en 6° año. Estos hallazgos resultan consistentes con diversas investigaciones en las cuales se describe que los niños con dificultades de aprendizaje en cálculo muestran un patrón identificado en el pasaje de EP rudimentarias a EP más avanzadas, sin embargo el almacenamiento y la recuperación de HNB no mejora sustancialmente a lo largo de la escolaridad (Barrouillet, et al., 1997; Geary, 1990; Butterworth, 2005; Rasanen, & Ahonen, 1995; Mazzocco & Myers, 2003). En el presente estudio los alumnos del percentil 15, no solo que no obtuvieron ganancias a partir de 5° grado, sino que lo

que resulta más preocupante es que su rendimiento en 6° grado fue similar al que obtuvieron los alumnos con rendimiento promedio en 3° año y al de los alumnos del percentil 85 de 1° año escolar.

En relación al tamaño de efecto, es decir la magnitud del incremento entre los diferentes grados escolares es similar para los dos grupos, para todas las clases se observa un tamaño de efecto “grande” de acuerdo al criterio de Cohen(1988). Este dato nos sugiere que hay un efecto de la escolaridad sobre el rendimiento en eficacia en cálculo, tanto para los alumnos de alto como para los de bajo rendimiento, aun así persisten las diferencias entre ambos grupos y en los alumnos del “Percentil 15” las dificultades se hacen cada vez más severas.

Estos resultados nos conducen a cuestionarnos sobre el origen de las dificultades en cálculo. Al respecto Geary (1990, 1994) sugirió que los niños con dificultades en cálculo presentan alteraciones en la interacción entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo. De acuerdo a este autor dificultades a nivel de la memoria de trabajo impedirían una adecuada asociación fonológica entre un cálculo y su respuesta, disminuyendo la probabilidad de que esta asociación sea codificada en la memoria a largo plazo. Esto explicaría por qué los niños con dificultades de aprendizaje presentan dificultades persistentes en el almacenamiento y evocación de HNB. Sin embargo Butterworth (2005) plantea que la imposibilidad de estos niños de almacenar HNB, se debe a un déficit en el sistema innato del conocimiento numérico, lo que les genera una incapacidad para comprender el concepto número, y como este se puede formar a partir de diferentes combinaciones. Como consecuencia los niños con dificultades en cálculo no logran acceder a las EP más avanzadas y persisten en la utilización de EP rudimentarias como el conteo y sobre conteo.

Si bien con este estudio no respondemos al origen de las dificultades del cálculo, los resultados sí parecen indicar que los niños con dichas dificultades, o al menos muchos de ellos, presentarían un déficit específico más que un retraso en el desarrollo de las habilidades de cálculo. Déficit que limita sus progresos en el dominio del cálculo aritmético y que hace necesario intervenciones especializadas

Bibliografía

- Ashcraft, M. (1982). The development of mental arithmetic: A chronometric approach. *2(3)(213–236)*.
- Barrouillet, P., Fayol, M., & Lathulière, E. (1997). Selecting between competitors in multiplication tasks: An explanation of the errors produced by adolescents with learning disabilities. *International Journal of Behavioral Development, 21, 253–275*.
- Butterworth, B. (2005). Developmental dyscalculia. En J. I. Campbell, *Handbook of mathematical cognition (págs. 455–467.)*. New York: Psychology Press.
- Carpenter, T. P., & Moser, J. M. (1984). Carpenter, T. P., & The acquisition of addition and subtraction concepts in grades one through three. *Journal for Research in Mathematics Education, 15, 179–202*.
- Dehaene S, Cohen L. (1997). Cerebral pathways for calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex, 33:219–250*.
- Fuson, K. (1982). An analysis of the counting-on solution procedure in addition. En J. M. Carpenter, *Addition and subtraction: A cognitive perspective (págs. Fuson, K. C. (1982). An analysis of the counting-on solution procedure in addition. In T. P. Carpenter, J. M. Mo67–81)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Geary, D. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical

- learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *J Dev Behav Pediatr.*, 250-63.
- Geary, D. C. (1990). A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 363–383.
- Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Geary, D. C., & Widaman, K. F. (1992). Numerical cognition: On the convergence of componential and psychometric models. *Intelligence*, 16, 47–80.
- Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 236-263.
- 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, 1343–1359.
- Geary, D.C., Hoard, M.K., Byrd-Craven, J.; DeSoto, C.M. . (2004). Strategy choices in simple and complex addition: contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. 88(121-151).
- Groen G, Resnick LB. . (1977). Can preschool children invent addition algorithms? . *J Educ Psychol*, 69:645–652.
- Groen, G. J., & Parkman, J. M. (1972). A chronometric analysis of simple addition. *Psychological Review*, 79, 329–343.
- Jordan, N. C., & Montani, T. O. . (1997). Jordan, N. C. Cognitive arithmetic and problem solving: A comparison of children with specific and general mathematics difficulties. *Cognitive arithmetic and problem solving: A comparison of children with specific and general mathematics difficulties*, 30, 624– 634.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). Arithmetic fact mastery in young children: A longitudinal investigation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85, 103–119.
- Levine SC, Jordan NC, Huttenlocher J. . (1992). Development of calculation abilities in young children. *J Exp. Child Psychol*, 53:72–103.
- Mazzocco, M. M., & Myers, G. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of Dyslexia*, 218–253.
- Rasanen, P., & Ahonen, T. . (1995). Arithmetic disabilities with and without reading difficulties: A comparison of arithmetic errors. *Developmental Neuropsychology*, 11, 275–295.
- Roussel, J. F. (2002). Procedural vs. direct retrieval strategies in arithmetic: A comparison between additive and multiplicative problem solving. Roussel, J., Fayol, M., Barrouillet, P. (2002). Procedural vs. direct retrieval strategies in arithmetic: A compa14(61–104.).
- Siegler RS, Jenkins E. . (1989). *How Children Discover New Strategies*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R. (1987). The perils of averaging data over strategies: An example from children's addition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 250–264.
- Siegler, R. S. (1996). *Emerging minds: The process of change in children's thinking*. New York: Oxford University Press.
- Siegler, R. S., & Shrager, J. (1984). Strategy choice in addition and subtraction: How do children know what to do? . En C. Sophian, Siegler, R. S., & Shrager, J. (1984). *Strategy choice in addition and subtraction: How dOrigins of cognitive skills* (págs. 229–293). Hillsdale: Erlbaum.
- Siegler, R.; Svetina, M. . (2006). What leads children to adopt new strategies? A microgenetic cross sectional study of class inclusion. 77(997–1015).
- Singer, V; Cuadro, A (2011) Test de Eficacia en Càlculo Aritmético TECA. Aplicaciòn de prueba piloto. Poster presentado en XII Jornadas Latinoamericanas de Neuropsicología. Santiago de Chile.
- Temple, C. M., & Sherwood, S. (2002). Representation and retrieval of arithmetical facts: Developmental difficulties. *Quarterly Review of Experimental Psychology*, 55A, 733–752.
- Xu, F., Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. B1– B11(74).