ENCICLOPEDIA
sobre el Desarrollo de
la Primera Infancia

Estrategias para Mejorar el Desarrollo en Matemáticas de los Niños Pequeños

Lynn S. Fuchs, PhD

Nicholas Hobbs Chair of Special Education and Human Development, Vanderbilt University, EE.UU.

Febrero 2006

Introducción y Materia

La evidencia[1] sugiere que entre un cuatro y un siete por ciento de la población en edad escolar presenta trastornos en el aprendizaje de las matemáticas (*Mathematics Disability*, MD por sus siglas en inglés). Pese a que este rango de prevalencia es similar a la gama de trastornos de lectura, ha habido menos estudios sistemáticos sobre MD.[2] Gran parte de la investigación disponible se limita a describir la naturaleza del trastorno, y un número más reducido de estudios, incluye información sobre las estrategias de prevención efectiva o de recuperación. Tal omisión es problemática, porque el MD es un trastorno grave de salud pública, que deriva en dificultades permanentes en la escuela y en el trabajo y crea cargas financieras a la sociedad. Por ejemplo, la competencia en matemáticas explica la varianza en el empleo, los ingresos y la productividad laboral incluso tras considerar los factores de lectura e inteligencia.[3]

Contexto de la Investigación

©2006-2025 ABILIO | TRASTORNOS DEL APRENDIZAJE

En los cursos de primaria (jardín infantil hasta tercer año), las combinaciones numéricas y los problemas con palabras son dos dimensiones clave del desempeño escolar necesarios para establecer bases sólidas de aprendizaje. En consecuencia, no es extraño que estos dos aspectos de las habilidades matemáticas sean persistentes y severos y puedan producir dificultades de rendimiento escolar a estudiantes con MD.[4] Las *combinaciones numéricas* son operaciones de sumas y restas con números de un dígito (por ejemplo, 3+2=5). Un desempeño competente implica la recuperación automática de respuestas desde la memoria a largo plazo. Las personas desarrollan representaciones en este sistema de memoria a largo plazo, al emparejar problemas con respuestas, utilizando operaciones de cálculo progresivamente sofisticadas y estrategias de respaldo. Los *problemas de palabras* son preguntas formuladas lingüísticamente, que en ocasiones incluyen información irrelevante o cifras y gráficos, cuyas respuestas requieren la suma o resta de numerales de uno o dos dígitos. Los problemas de palabras también presentan desafíos persistentes para los estudiantes con MD.

Preguntas de Investigación Clave

Una pregunta de investigación clave se refiere a qué estrategias de intervención pueden utilizarse para prevenir las dificultades o superar los déficits que se desarrollan en los primeros años de la escuela primaria.

Resultados de Investigaciones Recientes

Para resolver adecuadamente los problemas de combinaciones numéricas (por ejemplo, 2+3), los niños por lo general desarrollan gradualmente una eficiencia procedimental en el conteo. Para ello, primero cuentan las dos series en su totalidad (1, 2, 3, 4, 5); luego, realizan este ejercicio desde el primer número (2, 3, 4, 5); y finalmente desde el número mayor (3, 4, 5). En la medida en que se produce la maduración del conocimiento conceptual, los niños también realizan estrategias de respaldo (2+3=[2+2]+1=4+1=5). Dado que el conteo, cada vez más eficiente, y las estrategias de respaldo, ayudan a los niños a resolver rápida y sistemáticamente problemas pareados con respuestas correctas, se establecen asociaciones en la memoria a largo plazo, y los niños se favorecen progresivamente de la recuperación de respuestas almacenadas en la memoria.

Sin embargo, los estudiantes con trastornos en el aprendizaje de las matemáticas presentan mayores dificultades al contar[5] y continúan utilizando estrategias de respaldo inmaduras. Por ello,

no es de sorprender que tampoco logren avanzar hacia la recuperación de respuestas basadas en la memoria.[6] Cuando los niños con MD utilizan este recurso, cometen más errores y manifiestan velocidades de recuperación menos sistemáticas que otros niños más pequeños, pero con un rendimiento académico normal.[7] De hecho, los déficits de las combinaciones numéricas son un rasgo característico de los estudiantes con MD. Los trabajos anteriores sugieren el desafío de recuperar este déficit con estudiantes de cursos intermedios,[8,9] lo que no ha dado buenos resultados, porque las habilidades de combinación numéricas (Number Combination Skill, NCS por sus siglas en inglés) parecen constituir la base para un mayor rendimiento.[4] Dado el papel central que las NCS pueden jugar en el desarrollo de otras habilidades matemáticas, junto con las dificultades para la recuperación en los cursos superiores, puede ser importante que la intervención se realice en los primeros años, cuando el MD aparece.

Existen dos enfoques contrapuestos de intervención. Mediante la *educación conceptual*, el profesor estructura las experiencias para fomentar el conocimiento interconectado sobre cantidades, mediante explicaciones docentes que orientan a los estudiantes a la comprensión correcta.[10,11] El supuesto es que las NCS evolucionan de conceptos firmes, los cuales prestan significado a las series de numerales que constituyen los hechos aritméticos.[12,13,14,15] La segunda perspectiva de intervención es de *ejercicios y práctica*, en la que los emparejamientos repetidos de problemas con respuestas correctas establecen representaciones en la memoria a largo plazo. El modelo de distribución de asociaciones de Siegler[16,17] explica la importancia potencial de ambos enfoques. Éste indica que las habilidades tempranas de conteo y estrategias de respaldo, proporcionan los cimientos para la exactitud en las respuestas. Todos los resultados para un problema determinado constituyen asociaciones individuales para ese problema; por lo tanto, los errores tempranos interfieren con la recuperación de las combinaciones numéricas posteriores. Esto sugiere la necesidad de mejorar el pensamiento estratégico en las primeras etapas (promovido por la educación conceptual) y la necesidad de emparejamiento rutinario de respuestas correctas con problemas (mejorado mediante ejercicios y práctica).

Desgraciadamente, se han realizado pocas investigaciones sobre la eficacia de la intervención para desarrollar las NCS con niños de primer, segundo y tercer año de primaria. El trabajo más eficaz es el de recuperación, llevado a cabo con estudiantes de edades intermedias, enfocado exclusivamente en ejercicios y práctica, con resultados mixtos.[18,19,20] Uno de los pocos estudios de intervención temprana[21] fue un pequeño programa piloto, con el primer año escolar para evaluar la eficacia de los ejercicios interactivos computarizados. Este consistió en la asignación aleatoria

de ejercicios análogos y práctica en matemáticas o lectura a estudiantes vulnerables (*n*=33), divididos por aulas (para que los estudiantes de las mismas aulas estuvieran en ambas condiciones). La intervención en la lectura sirvió como control de la intervención en matemáticas. Los estudiantes completaron de 50 a 54 sesiones en alrededor de 14 semanas y fueron evaluados antes y después de la intervención. El grupo de matemáticas mejoró significativamente más que el de lectura (ES = 0.92). En un estudio en curso sobre los efectos de la recuperación con estudiantes de más edad,[22] se combinó el software de los ejercicios interactivos y la instrucción conceptual. Mediante un estudio de campo controlado aleatorio de múltiples procedencias, 128 estudiantes de recuperación ya han finalizado la intervención y los resultados fidedignos favorecen el de tipo experimental sobre el grupo control (ES = 0.73).

En relación al mejoramiento de las *habilidades de problemas de palabras* (WPS, por sus siglas en inglés), la mayor parte de las investigaciones ha evaluado la importancia de las estrategias de organización y planificación con estudiantes de quinto y sexto básico y de educación secundaria. Por ejemplo, Montague y Bos[23] evaluaron los efectos de un tratamiento meta cognitivo de ocho pasos con seis adolescentes con trastornos del aprendizaje. A ellos se les enseñó a leer problemas, parafrasear los problemas en voz alta, exponer gráficamente la información conocida y la desconocida, indicar la información conocida y la no conocida, elaborar hipótesis de métodos de solución de problemas, evaluar respuestas, calcular respuestas y controlarlas. Al utilizar un diseño temático individual, los investigadores mostraron que este tratamiento meta cognitivo fomentó las WPS. En el diseño grupal, Charles y Lester[24] apoyaron un enfoque similar, en estudiantes con un desarrollo promedio, entre quinto y séptimo año de educación básica.

El enfoque de intervención más opuesto para desarrollar las WPS, es la instrucción que se basa en esquemas cognitivos. Según Cooper y Sweller,[25] los estudiantes adquieren las WPS dominando primero las reglas de resolución para distintos tipos de problemas y posteriormente, al desarrollar estructuras cognitivas para agrupar los problemas en tipos que requieran estrategias de solución similares. Mientras más amplio sea el esquema, mayores son las posibilidades de los estudiantes de reconocer las conexiones entre problemas con los cuales han trabajado durante la instrucción y los problemas nuevos. En el trabajo experimental en los cursos intermedios, Jitendra *et al.*[26] han invocado la instrucción basada en el esquema cognitivo para mejorar las WPS con mucho éxito. Este trabajo se ha extendido al tercer año, con el objetivo de fomentar las WPS complejas. A los estudiantes se les enseñó reglas para resolver cada uno de los cuatro tipos de problemas. Luego, con este modelo basado en el esquema cognitivo, los niños se familiarizaron con la noción de

transferir y se les enseñó a construir esquemas mostrándoles cómo las características superficiales de los problemas cambian sin alterar las reglas de resolución de problemas. En una serie de ensayos controlados aleatorios, Fuchs *et al*.,[27,28,29] proporcionaron respaldo empírico a este enfoque, con magnitudes de efectos significativas (0.89-2.14). Más recientemente, Fuchs *et al*.[30] extendieron este programa de investigación al tercer año para enfocarse en el cambio de una sola vez, y equiparar y comparar problemas de palabras. Los estudiantes con trastornos del aprendizaje en matemáticas y lectura (n=40) fueron asignados al azar a grupos control y a grupos de enseñanza basada en esquemas cognitivos; los resultados mostraron la eficacia de este enfoque en rangos de magnitudes que oscilaron entre 0.77 a 1.25.

Conclusiones

Un enfoque con respaldo teórico, para el cual existe una promisoria evidencia empírica para fomentar las NCS, es la educación orientada conceptualmente en la que se integran ejercicios y práctica de combinaciones numéricas. Para fomentar las WPS, los dos enfoques competitivos principales son: la instrucción meta cognitiva, en la que los maestros ayudan a los alumnos a aplicar estrategias de planificación y organización; y aquélla basada en esquemas cognitivos. Sin embargo, a la fecha, sólo un número reducido de investigaciones sobre eficacia en la intervención, han contrastado los dos enfoques principales para fomentar las NCS o las WPS, y se ha realizado un trabajo poco adecuado en los primeros años escolares. Además, no se han efectuado estudios de mantención a largo plazo.

Implicancias

El trastorno en el aprendizaje de las matemáticas o MD, es un problema grave de salud pública, que conduce a dificultades persistentes en la escuela y la vida laboral y produce cargas financieras a la sociedad. En vista de los graves y negativos resultados asociados a un rendimiento precario en matemáticas, se justifica una investigación adicional para analizar métodos de prevención y recuperación, especialmente en la escuela primaria. Actualmente, la investigación fomenta tentativamente el uso de una enseñanza conceptual en la que se integran ejercicios y práctica de combinaciones numéricas para tratar las dificultades de la combinación numérica. La enseñanza meta cognitiva y la instrucción basada en esquemas cognitivos representan estrategias promisorias para fomentar las habilidades de los problemas de palabras.

Referencias

1. Gross-Tsur V, Manor O, Shalev RS. Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1996;38(1):25-33.
2. Rasanen P, Ahonen T. Arithmetic disabilities with and without reading difficulties: A comparison of arithmetic errors. *Developmental Neuropsychology* 1995;11(3):275-295.
3. Rivera-Batiz FL. Quantitative literacy and the likelihood of employment among young adults in the United State. *Journal of Human Resources* 1992;27(2):313-328.
4. Fuchs LS, Fuchs D, Compton DL, Powell SR, Seethaler PM, Capizzi AM, Schatschneider C, Fletcher JM. The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*. Sous presse.
5. Geary DC. A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology* 1990;49(3):363-383.
6. Goldman SR, Pellegrino JW, Mertz DL. Extended practice of basic addition facts: Strategy changes in learning-disabled students. *Cognition and Instruction* 1988;5(3):223-265.
7. Geary DC, Brown SC. Cognitive addition: Strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology* 1991;27(3):398-406.
8. Hasselbring TS, Goin LI, Bransford JD. Developing math automaticity in learning handicapped children: The role of computerized drill and practice. *Focus on Exceptional Children* 1988;20(6):1-7.
9. Pellegrino JW, Goldman SR. Information processing and elementary mathematics. *Journal of Learning Disabilities* 1987;20(1):23-32, 57.
10. Fuchs LS, Fuchs D, Karns K. Enhancing kindergarteners' mathematical development: Effects of peer-assisted learning strategies. *Elementary School Journal* 2001;101(5):495-510.
11. Fuchs LS, Fuchs D, Yazdian L, Powell SR. Enhancing first-grade children's mathematical development with peer-assisted learning strategies. *School Psychology Review* 2002;31(4):569-583.
12. Domahs F, Delazer M. Some assumptions and facts about arithmetic facts. *Psychology Science* 2005;47(1):96-111.
13. Landerl K, Bevan A, Butterworth B. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old students. *Cognition* 2004;93(2):99-125.
14. Lemaire P, Siegler RS. Four aspects of strategic change: Contributions to children's learning of multiplication. *Journal of Experimental Psychology: General* 1995;124(1):83-97.
15. Gersten R, Jordan NC, Flojo JR. Early identification and interventions for students with mathematics disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 2005;38(4):293-304.
16. Lemaire P, Siegler RS. Four aspects of strategic change: Contributions to children's learning of multiplication. *Journal of Experimental Psychology: General* 1995;124(1):83-97.
17. Siegler RS. Strategy choice procedures and the development of multiplication skill. *Journal of Experimental Psychology: General* 1988;117(3):258-275.
18. Christensen CA, Gerber MM. Effectiveness of computerized drill and practice games in teaching basic math facts. *Exceptionality* 1990;1(3):149-165.
19. Okolo CM. The effect of computer-assisted instruction format and initial attitude on the arithmetic facts proficiency and continuing motivation of students with learning disabilities. *Exceptionality* 1992;3(4):195-211.
20. Hasselbring TS, Goin LI, Bransford JD. Developing math automaticity in learning handicapped children: The role of computerized drill and practice. *Focus on Exceptional Children* 1988;20(6):1-7.

21. Fuchs LS, Fuchs D, Hamlett CL, Powell SR, Seethaler PM, Capizzi AM. . The effects of computer-assisted instruction on number combination skill in at-risk first graders. *Journal of Learning Disabilities*. Sous presse.

22. Fuchs LS, Compton DL, Fuchs D, Paulsen K, Bryant JD, Hamlett CL. The prevention, identification, and cognitive determinants of math difficulty. *Journal of Educational Psychology* 2005;97(3):493-513.

23. Montague M, Bos CS. The effect of cognitive strategy training on verbal math problem solving performance of learning disabled adolescents. *Journal of Learning Disabilities* 1986;19(1):26-33.

24. Charles RI, Lester, FK Jr. An evaluation of a process-oriented instructional program in mathematical problem solving in grades 5 and 7. *Journal of Research in Mathematics Education* 1984;15(1):15-34.

25. Cooper G, Sweller J. Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of Educational Psychology* 1987;79(4):347-362.

26. Jitendra AK, Griffin CC, McGoey K, Gardill MC, Bhat P, Riley T. Effects of mathematical word problem solving by students at risk or with mild disabilities. *Journal of Educational Research* 1998;91(6):345-355.

27. Fuchs LS, Fuchs D, Prentice K, Burch M, Hamlett, CL, Owen R, Schroeter, K. Enhancing third-grade students' mathematical problem solving with self-regulated learning strategies. *Journal of Educational Psychology* 2003;95(2):306-315.

28. Fuchs LS, Fuchs D, Prentice K, Burch M, Hamlett CL, Owen R, Hosp M, Jancek D. Explicitly teaching for transfer: Effects on third-grade students' mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology* 2003;95(2):293-305.

29. Fuchs, LS, Fuchs D, Prentice K, Hamlett CL, Finelli R, Courey SJ. Enhancing mathematical problem solving among third-grade students with schema-based instruction. *Journal of Educational Psychology* 2004;96(4):635-647.

30. Fuchs LS, Seethaler PM, Powell SR, Hamlett CL, Fuchs D. *Remediating third-grade deficits in word problem skill: A pilot*; 2005. Données brutes non-publiées.

©2006-2025 ABILIO | TRASTORNOS DEL APRENDIZAJE