Estratégias para promover o desenvolvimento matemático em crianças pequenas

Lynn S. Fuchs, PhD.

Nicholas Hobbs Chair of Special Education and Human Development, Vanderbilt University, EUA

Fevereiro 2006

Introdução

Evidências[1] sugerem que 4 a 7% da população em idade escolar sofrem de incapacidade matemática (IM). Embora essa taxa de prevalência seja semelhante à de incapacidade de leitura, tem havido muito menos estudos sistemáticos sobre IM.[2] A maior parte das pesquisas disponíveis descreve a natureza dos distúrbios; há menos trabalhos que informam sobre estratégias efetivas de prevenção ou superação. Esse descaso relativo é problemático, porque a incapacidade matemática é um problema sério de saúde pública, que resulta em dificuldades na escola e no trabalho ao longo da vida, e cria encargos financeiros para a sociedade. A competência em matemática explica, por exemplo, diferenças em emprego, renda e produtividade no trabalho, mesmo após inteligência e competência em leitura[3] terem sido esclarecidos.

Contexto de pesquisa

Nos primeiros anos escolares (da educação infantil ao terceiro ano), combinações de números e problemas formulados com palavras são duas dimensões centrais do desempenho necessário

©2006-2026 ABILIO | DISTÚRBIOS DE APRENDIZAGEM

para estabelecer uma base sólida. Portanto, não é de surpreender que esses dois aspectos das habilidades matemáticas sejam persistentes e possam provocar dificuldades para alunos com IM.[4] *Combinações de números* são problemas de adição e subtração que envolvem operações com um dígito (por exemplo, 3+2=5). O desempenho competente supõe a recuperação automática de respostas na memória de longo prazo. Os indivíduos desenvolvem representações na memória de longo prazo pareando os problemas às respostas, por meio de estratégias cada vez mais sofisticadas de contagem e de memorização de resultados numéricos. *Problemas formulados com palavras* são questões apresentadas linguisticamente que, às vezes, incluem informações irrelevantes ou gráficos/figuras, cujas respostas exigem adição ou subtração de numerais com um ou dois dígitos. Os problemas formulados com palavras também representam desafios persistentes para alunos com IM.

Questões-chave de pesquisa

Uma questão-chave de pesquisa refere-se às estratégias de intervenção que podem ser utilizadas para prevenir dificuldades ou corrigir *deficits* que se desenvolvem nos anos iniciais do ensino fundamental.

Resultados de pesquisas recentes

Para resolver problemas de combinação de números (por exemplo, 2+3), em geral as crianças desenvolvem gradualmente procedimentos eficientes de contagem. Inicialmente contam os dois conjuntos inteiros (1, 2, 3, 4, 5); depois contam a partir do primeiro número (2, 3, 4, 5); e finalmente contam a partir do número maior (3, 4, 5). Com a ampliação do conhecimento conceitual, elas desenvolvem estratégias de memorização de resultados numéricos (2+3=[2+2]+1=4+1=5). Assim, na medida em que estratégias cada vez mais eficientes de contagem e de memorização de resultados numéricos ajudam a criança a parear problemas e respostas corretas de forma consistente e rápida, as associações estabelecem-se na memória de longo prazo, e as crianças passam gradualmente a preferir a recuperação de respostas com base na memória.

Alunos com IM, no entanto, têm grandes dificuldades com a contagem,[5] e mantêm estratégias imaturas de memorização de resultados numéricos. Não é surpreendente, portanto, que também não consigam fazer a transição para a recuperação de respostas com base na memória.[6] Quando crianças com IM recuperam respostas na memória, cometem mais erros e apresentam mais

variações assistemáticas na velocidade de recuperação do que colegas mais jovens, consideradas academicamente normais.[7] De fato, os deficits em combinação de números são uma marca característica de alunos com IM. Trabalhos anteriores sugerem que a superação desse deficit em alunos de séries intermediárias é um grande desafio,[8,9] o que é problemático, porque a habilidade de combinação de números parece ser a base de desempenhos mais avançados.[4] Devido ao papel fundamental que essa habilidade pode desempenhar no desenvolvimento de outras habilidades matemáticas, e às dificuldades de superação em séries posteriores, é importante intervir nas séries iniciais, quando emergem as IM.

Há duas abordagens concorrentes sobre intervenção. Na instrução conceitual, o professor estrutura experiências para promover conhecimentos inter-relacionados sobre quantidades, apresentando explicações que orientam os alunos para compreensões corretas.[10,11] A suposição é que a habilidade de combinação de números evolui a partir de conceitos fortes, que atribuem significado às séries de numerais que constituem os fatos aritméticos.[12,13,14,15] A segunda abordagem é exercício e prática, por meio da qual pareamentos repetidos de determinados problemas com as respostas corretas estabelecem representações na memória de longo prazo. O modelo de distribuição de associações proposto por Siegler[16,17] explica a importância potencial das duas abordagens. O modelo propõe que as habilidades iniciais de contagem e as estratégias de memorização de resultados numéricos fornecem a base para a precisão das respostas. Todos os resultados de um determinado problema constituem as associações feitas pelo indivíduo para aquele problema, de forma que erros iniciais interferem na recuperação de combinações numéricas mais tarde. Isso sugere a necessidade de melhor desenvolvimento do pensamento estratégico nos primeiros estágios (promovido por instrução conceitual) e a necessidade de pareamento sistemático de respostas corretas com tipos de problemas (promovido por exercício e prática).

Infelizmente, tem havido poucas investigações sobre a eficácia de intervenções para o desenvolvimento de habilidades de combinação de números em crianças do primeiro, segundo e terceiro anos. Os trabalhos mais eficazes são de caráter corretivo, realizados com alunos em séries posteriores, focalizando exclusivamente exercício/prática e apresentando resultados variáveis.[18,19,20] Um dos poucos estudos de intervenção precoce[21] foi um pequeno estudo-piloto desenvolvido com alunos do primeiro ano, que visou avaliar a eficácia de exercício/prática em computador. Alunos em risco (n=33) foram designados aleatoriamente a condições análogas de exercício e prática em matemática e em leitura, estratificados por turma – de forma que alunos

da mesma turma passavam pelas duas condições. A intervenção em leitura funcionava como controle para a intervenção em matemática. Os alunos passaram por 50 a 54 sessões ao longo de 14 semanas, e foram testados antes e depois da intervenção. O grupo de matemática melhorou significativamente em relação ao de leitura (ES = 0,92). Em um estudo de correção em andamento com alunos mais velhos,[22] programas de computador de exercício e prática foram integrados com instrução conceitual. Utilizando-se um ensaio de campo aleatório, até o momento 128 alunos passaram pela intervenção, e os resultados favorecem consistentemente o grupo experimental em comparação ao grupo controle (ES = 0,73).

Quanto à promoção de habilidades em problemas formulados com palavras, a maior parte das pesquisas avaliou estratégias de planejamento e organização com alunos do ensino fundamental 2 e médio. Por exemplo, Montague e Bos[23] avaliaram os efeitos de um tratamento metacognitivo em oito etapas, com seis adolescentes com distúrbios de aprendizagem. Os alunos foram ensinados a ler problemas, parafraseá-los em voz alta, representar graficamente informações conhecidas e desconhecidas, identificar informações conhecidas e desconhecidas, formular hipóteses sobre métodos de solução de problemas, estimar, calcular e verificar as respostas. Utilizando uma proposta de tema único, os pesquisadores mostraram que este tratamento metacognitivo promoveu habilidades em problemas formulados com palavras. Charles e Lester,[24] com uma proposta grupal, forneceram apoio a uma abordagem semelhante para alunos do quinto e do sétimo anos.

A abordagem de intervenção mais diferenciada para o desenvolvimento de habilidades em problemas formulados com palavras é a instrução baseada em esquemas. Segundo Cooper e Sweller,[25] os alunos desenvolvem habilidades em problemas formulados com palavras dominando inicialmente as regras para a solução de cada tipo de problema, e depois desenvolvendo esquemas para agrupar os problemas em tipos que requerem estratégias de resolução semelhantes. Quanto mais amplo o esquema, maior a probabilidade de que os indivíduos reconheçam conexões entre problemas com os quais trabalharam durante a instrução e problemas novos. Em um trabalho experimental com alunos de séries intermediárias, Jitendra *et al.*[26] recorreram com sucesso à instrução baseada em esquemas para promover habilidades em problemas formulados com palavras. Ampliamos esse trabalho para o terceiro ano com o objetivo de promover habilidades complexas em problemas formulados com palavras. Regras diferenciadas de solução para quatro tipos de problemas eram ensinadas aos alunos. Em seguida, utilizando instrução baseada em esquemas, as crianças eram familiarizadas com a

noção de transferência e ensinadas a construir esquemas, mostrando-se a elas como características superficiais dos problemas modificam-se sem alterar as regras de resolução. Em uma série de ensaios com controle aleatório, Fuchs *et al*.[27,28,29] forneceram apoio empírico a esta abordagem, com efeitos de tamanhos significativos (0,89 – 2,14). Mais recentemente, Fuchs *et al.*[30] ampliaram esse programa de pesquisa no terceiro ano, de forma a abordar, em uma única etapa, mudanças, equalização e comparação de problemas formulados com palavras. Alunos com dificuldades de matemática e de leitura (n=40) foram designados aleatoriamente para instrução baseada em esquemas e grupos de controle; os resultados demonstraram a eficácia dessa abordagem, com efeitos que variaram de 0,77 a 1,25.

Conclusões

A instrução orientada conceitualmente integrada com exercício/prática de combinações numéricas é uma abordagem fundamentada teoricamente para a qual existem evidências empíricas quanto à promoção de habilidades em problemas formulados com palavras. As duas principais abordagens concorrentes para a promoção de habilidades em problemas formulados com palavras são a instrução metacognitiva, na qual os professores ajudam os alunos a aplicar estratégias de planejamento e organização, e a instrução baseada em esquemas. No entanto, até o momento poucas investigações sobre a eficácia de intervenções contrastaram as duas principais abordagens para a promoção de habilidades de combinação de números e de habilidades em problemas formulados com palavras, e os trabalhos realizados nas séries iniciais têm sido insatisfatórios. Além disso, não foi realizado nenhum estudo de acompanhamento de longo prazo.

Implicações

A incapacidade matemática (IM) é um problema sério de saúde pública que resulta em dificuldades na escola e no trabalho ao longo da vida, e cria encargos financeiros para a sociedade. Diante dos graves resultados negativos associados ao desempenho deficiente em matemática, justificam-se novas pesquisas para examinar os métodos de prevenção e correção, especialmente nas séries iniciais do ensino fundamental. No momento, as pesquisas apóiam a tentativa de utilização de instrução orientada conceitualmente à qual é integrada a abordagem de exercício/prática de combinações numéricas para tratar de dificuldades com tais combinações. A instrução metacognitiva e a instrução baseada em esquemas representam estratégias promissoras para a promoção de habilidades em problemas formulados com palavras.

Referências

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.