ENCICLOPÉDIA
sobre o Desenvolvimento
na Primeira Infância

OPERAÇÕES COM NÚMEROS

Habilidades iniciais em operações com números: a transição dos primeiros meses de vida até a primeira infância

Kelly S. Mix, PhD

Michigan State University, EUA

Junho 2010

Introdução

Os conceitos relacionados aos números surgem antes da escolarização formal. Crianças em idade pré-escolar exibem habilidades verbais, como contar, e conceitos básicos de equivalência, ordenação e transformação quantitativa. Embora pesquisadores estejam de acordo quanto à existência dessas habilidades na primeira infância, continuam a discutir em que momento, e por meio de quais mecanismos, surgem essas habilidades. Em outras palavras, quais são as origens do desenvolvimento inicial de habilidades em operações com números?

Do que se trata

Tradicionalmente, as pesquisas sobre operações com números focalizaram a contagem verbal. Entretanto, a noção de que as habilidades em operações com números podem surgir nos primeiros meses e no primeiro ano de vida deslocou o foco para habilidades não verbais. Essa

mudança expandiu o âmbito de comportamentos incluídos nas habilidades iniciais em operações com números – uma mudança que tem implicações diretas na educação e na avaliação da primeira infância. Essa mudança também suscitou questões sobre as origens das deficiências e das falhas em desempenho matemático, em termos de desenvolvimento – por exemplo, dificuldades associadas a diferenças entre grupos socioeconômicos.

Problemas

Estudos atuais sobre desenvolvimento diferem quanto ao peso que atribuem às representações verbais *versus* não verbais.

Alguns estudiosos argumentam que a estrutura conceitual central relacionada aos números é inata, e assume a forma de uma representação não verbal similar à contagem verbal.[1,2,3] Nesse sentido, associar palavras que designam números em seus referenciais não verbais é um avanço importante em termos de desenvolvimento.

Outros afirmam que processos inatos contribuem para o desenvolvimento de habilidades com números, mas não constituem um sistema conceitual completo para o número.[4,5] As explicações fornecidas incorporam tanto a contagem pré-verbal como um segundo formato representativo baseado em rastreamento de objetos, que caracterizam a contagem verbal como um catalisador conceitual que permite a integração das duas representações não verbais,[5] transcendendo assim suas limitações inerentes e alcançando um verdadeiro conceito de número.[4]

Outras explicações ainda incorporam representações com base no objeto, mas argumentam que tais representações são desenvolvidas durante a primeira infância.[6] Sob este ponto de vista, as representações numéricas com uso de objetos são imprecisas, mesmo para conjuntos com um número reduzido de elementos. Pelo contrário, acredita-se que tais representações aproximam-se do número com crescente exatidão devido a: (1) aumento da capacidade da memória operacional relacionados à idade; e (2) interações entre o conhecimento parcial dos nomes dos números e o reconhecimento de pequenas quantidades em contextos específicos.[6,7,8]

Alguns estudiosos argumentam que os conceitos de número são extraídos do próprio sistema de contagem, sem apoio de representações não verbais. Estudos demonstram que a criança não entende os princípios de contagem até alcançar o domínio dos procedimentos de contagem.[9,10] Foi argumentado também que a criança não consegue classificar pequenos conjuntos com o sistema de contagem convencional, uma vez que não consegue distinguir a sequência de números

naturais de outras sequências.[11]

Contexto da pesquisa

O fato de a pesquisa ter focalizado o surgimento de habilidades em operações com números no plano verbal, inserida em um contexto de base conceitual não-verbal teve como consequência experimentos que incluem uma mistura de métodos verbais e não verbais. No plano verbal, os pesquisadores medem diversos subcomponentes de contagem – por exemplo, pedir à criança que recite os números em ordem, conte um conjunto de objetos ou nomeie o número cardinal correspondente aos elementos de um conjunto. No plano não verbal, os pesquisadores utilizam tarefas concretas, que não exigem contagem verbal. No caso de crianças muito pequenas e bebês, é comum a utilização de procedimentos que medem o tempo de observação – por exemplo, familiaridade – e tarefas em que devem alcançar os objetos com a mão.

Questões-chave de pesquisa

Um dos objetivos mais importantes é a descrição da sensibilidade numérica de bebês e crianças pequenas. Pesquisadores querem saber até que ponto as crianças compreendem a noção de número antes de adquirir habilidades convencionais. Muitas vezes, o perfil específico de pontos fortes e pontos fracos no plano não verbal é utilizado para argumentar em favor de uma determinada linha de estudo. Outro objetivo importante da pesquisa é a descrição detalhada do desenvolvimento das habilidades em operações com números no plano verbal. Esse tipo de pesquisa examina cuidadosamente as interações potenciais entre operações com números no plano verbal e operações com números no plano não verbal.

Resultados de pesquisas recentes

Sensibilidade numérica em bebês

A pesquisa sobre familiaridade inicial mostrou que bebês eram capazes de discriminar entre pequenos conjuntos de objetos. Por exemplo, ao mostrar-lhes uma série de conjuntos de objetos contendo o mesmo número de elementos – dois, por exemplo – porém com cores, formas e posições diferentes, seu tempo de observação reduziu-se gradativamente. Quando foi apresentado um novo número de objetos – por exemplo, três – o tempo de observação aumentou, o que sugere que os bebês detectaram a mudança de número.[12,13] Experiências similares sugeriram que bebês são capazes de discriminar grandes conjuntos de elementos apresentados

de forma visual e auditiva,[14,15] de realizar cálculos simples relacionados aos objetos[3] e de detectar relações numéricas entre modalidades.[16,17]

Medidas não verbais em crianças pequenas

Crianças realizam tarefas numéricas concretas (baseadas em objetos) muito antes de demonstrar compreensão semelhante em tarefas verbais. Por exemplo, a criança em idade pré-escolar soluciona problemas simples de adição e subtração utilizando objetos – como 2 + 2 – anos antes de ser capaz de resolver problemas verbais análogos.[6,8,18] Do mesmo modo, a criança é capaz de fazer ordenações e equivalências em tarefas de escolha sugerida muito antes de conseguir comparar verbalmente os mesmos conjuntos por meio de contagem.[6,19,20,21,22,23,24] A competência para operações não verbais surge entre 2 anos e meio e 3 anos de idade.

Desenvolvimento da contagem verbal

A contagem verbal engloba três sub-habilidades principais. Em primeiro lugar, a criança deve memorizar a sequência de palavras que representam os números. Por volta dos 3 anos de idade, geralmente a criança memoriza as primeiras dez palavras relacionadas aos números.[25,26] Aos 6 anos de idade, aprende a contar números tomando por base a estrutura decimal – de 10 a 20, de 20 a 30, etc. Em segundo lugar, o pequeno “contador” deve coordenar palavras e objetos, de modo que cada elemento de um conjunto seja marcado uma vez, e apenas uma vez. A criança comete muitos erros à medida que descobre e domina os procedimentos envolvidos na marcação, sobretudo entre 36 e 42 meses de idade.[25] Em terceiro lugar, a criança aprende que a última palavra numa contagem representa o valor cardinal – quando você conta “1-2-3,” por exemplo, você dispõe de três elementos. É interessante observar que a criança alcança esse *insight* antes de dominar os procedimentos de contagem verbal, o que sugere seu acesso ao princípio da cardinalidade por meio de experiências com conjuntos contendo um número reduzido de elementos.[4,25,26,27,28,29] De fato, conjuntos com um número reduzido de elementos – por exemplo, contendo até três elementos – podem oferecer o único contexto para a descoberta do princípio da cardinalidade, uma vez que é possível determinar e marcar esses conjuntos sem contar os elementos.[4,26,27,28,29,30,31,32,33]

Lacunas na pesquisa

Um problema persistente é o de reconciliar a aparente precocidade do bebê em relação aos números com as dificuldades apresentadas por crianças em idade pré-escolar em tarefas

semelhantes. Por exemplo, se bebês são capazes de representar e comparar grandes conjuntos de objetos, como alegam alguns estudiosos,[15] por que crianças em idade pré-escolar não conseguem identificar as correspondências entre grandes conjuntos antes de aprender a contar?[34,35] Essas discrepâncias alimentaram debates intensos sobre o significado do trabalho com bebês, e a articulação das literaturas relativas continua sendo um grande desafio. Por exemplo, pesquisadores apenas começaram a questionar se a sensibilidade do bebê a quantidades está relacionada com a habilidade em operações com números na idade pré-escolar e, da mesma forma, se a habilidade em operações com números na idade pré-escolar está relacionadas ao subsequente desempenho em Matemática na escola.[36]

Outra questão ainda não explorada diz respeito ao modo como as crianças coordenam as noções de quantidades discretas e quantidades contínuas. A percepção do bebê em relação a quantidades contínuas já é um fato estabelecido. Alguns estudiosos acreditam que a utilização de quantidades contínuas realmente explica o desempenho do bebê em tarefas ligadas a números.[37,38] Seja como for, tenham os bebês a noção de quantidades contínuas, de quantidades discretas ou de ambas, há necessidade de estudos para determinar o que causa o deslocamento de sua atenção de um tipo de quantificação para outro, e também para identificar as mudanças de desenvolvimento que ocorrem na medida em que as crianças aprendem as relações entre quantidades contínuas e quantidades discretas – por exemplo, o tamanho não afeta a contagem, a menos que você esteja contando em unidades de medida.

Por fim, ainda há muito a aprender sobre as interações entre a quantificação não verbal e a contagem verbal. Há quem sustente que tudo o que o bebê é capaz de fazer ou entender na fase pré-verbal é necessariamente inato, uma vez que surge sem estímulo verbal.[4] No entanto, outros pesquisadores afirmam que mesmo bebês que ainda não falam em números já foram expostos à linguagem numérica e, portanto, não é possível saber se suas competências são de natureza não verbal ou inata.[39] Uma questão relacionada diz respeito à maneira como as crianças adquirem o significado das palavras que designam os números e até que ponto essa aquisição tem base não verbal. Pesquisas atuais também vêm investigando se a aquisição da noção de plural desempenha algum papel nessas interações.[40]

Conclusões

Evidências sobre a competência numérica em bebês levantaram questões interessantes sobre as origens da habilidade em operações com números e dos recursos conceituais utilizados por

crianças pequenas para adquirir a habilidade de contagem verbal. Entretanto, são necessárias novas pesquisas para revelar o que envolve essa competência do bebê e precisamente de que modo ela está relacionada ao desenvolvimento verbal e não verbal subsequente.

Referências

1. Dehaene S. *The number sense: How the mind creates mathematics.* Oxford, England: Oxford University Press; 1997.
2. Gallistel CR, Gelman R. Preverbal and verbal counting and computation *Cognition* 1992;44: 43-74.
3. Wynn K. Origins of numerical knowledge. *Mathematical Cognition* 1995;1:35-60.
4. Carey S. Whorf versus continuity theorists: Bringing data to bear on the debate. In: Bowerman M, Levinson SC, eds. *Language acquisition and conceptual development.* New York, NY: Cambridge University Press: 2001;185-214.
5. Spelke E. What makes us smart? Core knowledge and natural language. In: Gentner D, Goldin-Meadow S, eds. Language in mind. Cambridge, MA: MIT Press; 2003.
6. Huttenlocher J, Jordan N, Levine SC. A mental model for early arithmetic. *Journal of Experimental Psychology: General* 1994;123:284-296.
7. Mix KS, Sandhofer CM., Baroody A. Number words and number concepts: The interplay of verbal and nonverbal processes in early quantitative development. In: Kail RV, ed. *Advances in Child Development and Behavior.* New York, NY: Academic Press; 2005: 305-345.
8. Rasmussen C, Bisanz J. Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology* 2005; 91:137-157.
9. Briars DJ, Siegler RS. A featural analysis of preschoolers' counting knowledge. *Developmental Psychology* 1984;20:607-618.
10. Frye D, Braisby N, Lowe J, Maroudas C, Nicholls J. Young children's understanding of counting and cardinality. *Child Development* 1989;60:1158-1171.
11. Rips LJ, Asmuth J, Bloomfield A. Giving the boot to the bootstrap: How not to learn natural numbers. *Cognition* 2006;101:B51-B60.
12. Antell S, Keating DP. Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development* 1983;54:695-701.
13. Strauss MS, Curtis LE. Infant perception of numerosity. *Child Development 1981;52:*1146-1152.
14. Lipton JS, Spelke ES. Origins of number sense: Large number discrimination in human infants. *Psychological Science* 2003;14: 396-401.
15. Xu F, Spelke ES. Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition* 2000;74: B1-B11.
16. Starkey P, Spelke ES, Gelman R. Numerical abstraction by human infants. Cognition 1990;36:97-127.
17. Jordan KE, Suanda SH, Brannon EM. Intersensory redundancy accelerates preverbal numerical competence. *Cognition* 2008;108: 210-221.
18. Levine SC, Jordan NC, Huttenlocher J. Development of calculation abilities in young children. *Journal of Experimental Child Psychology* 1992;53:72-103.
19. Cantlon J, Fink R, Safford K, Brannon EM. Heterogeneity impairs numerical matching but not numerical ordering in preschool children. *Developmental Science* 2007;10:431-440.
20. Mix KS. Preschoolers' recognition of numerical equivalence: Sequential sets. *Journal of Experimental Child Psychology* 1999;74:309-322.

21. Mix KS. Similarity and numerical equivalence: Appearances count. *Cognitive Development* 1999;14:269-297.

22. Mix KS. The construction of number concepts. *Cognitive Development* 2002;17:1345-1363.

23. Mix KS. Children’s equivalence judgments: Crossmapping effects. *Cognitive Developmen*t 2008;23:191-203.

24. Mix KS, Huttenlocher J, Levine SC. Do preschool children recognize auditory-visual numerical correspondences? *Child Development* 1996; 67:1592-1608.

25. Fuson KC. *Children’s counting and conceptions of number.* New York, NY: Springer-Verlag; 1988.

26. Bermejo V. Cardinality development and counting. *Developmental Psychology* 1996;32:263-268.

27. Mix KS. How Spencer made number: First uses of the number words. *Journal of Experimental Child Psychology* 2009;102: 427-444.

28. Wynn, K. Children's understanding of counting. *Cognition* 1990;36:155-193.

29. Klahr D, Wallace JG. *Cognitive development: An information processing approach.* Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1976.

30. Mix KS, Sandhofer CM, Moore JA. How input helps and hinders acquisition of the cardinal word principle. Paper presented at: The biennial meeting of the Society for Research in Child Development. April 2-4, 2009. Denver, CO.

31. Schaeffer B, Eggleston VH, Scott JL. Number development in young children. *Cognitive Psychology* 1974;6:357-379.

32. Spelke ES, Tsivkin S. Initial knowledge and conceptual change: Space and Number. In: Bowerman M, Levinson SC, eds. *Language acquisition and conceptual development.,* New York, NY: Cambridge University Press; 2001:70-97.

33. Wagner S, Walters JA. A longitudinal analysis of early number concepts: From numbers to number. In: Forman G, ed. *Action and thought*. New York: Academic Press; 1982:137-161.

34. LeCorre M, Carey S. One, two, three, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *Cognition* 2007;105: 395-438.

35. Siegel LS. The sequence of development of certain number concepts in preschool children. *Developmental Psychology* 1971;5:357-361.

36. Jordan NC, Kaplan D, Ramineni C, Locuniak MN. Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology* 2009;45: 850-867.

37. Clearfield MW, Mix KS. Number versus contour length in infants’ discrimination of small visual sets. *Psychological Science* 1999;10:408-411.

38. Feigenson L, Carey S, Hauser M. The representations underlying infants’ choice of more: Object files versus analog magnitudes. *Psychological Science* 2002;13:150-156.

39. Mix KS, Huttenlocher J, Levine SC. Multiple cues for quantification in infancy: Is number one of them? Psychological Bulletin 2002;128: 278-294.

40. Barner D, Libenson A, Cheung P, Takasaki M. Cross-linguistic relations between quantifiers and numerals in language acquisition: Evidence from Japanese. *Journal of Experimental Child Psychology* 2009;103: 421-440.