

## 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.<sup>1,2,3</sup> 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.<sup>4,5</sup> 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,<sup>5</sup> transcendendo assim suas limitações inerentes e alcançando um verdadeiro conceito de número.<sup>4</sup>

Outras explicações ainda incorporam representações com base no objeto, mas argumentam que tais representações são desenvolvidas durante a primeira infância.<sup>6</sup> 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.<sup>6,7,8</sup>

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.<sup>9,10</sup> 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.<sup>11</sup>

## **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.<sup>12,13</sup> Experiências similares sugeriram que bebês são capazes de discriminar grandes conjuntos de elementos apresentados de forma visual e auditiva,<sup>14,15</sup> de realizar cálculos simples relacionados aos objetos<sup>3</sup> e de detectar relações numéricas entre modalidades.<sup>16,17</sup>

### *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.<sup>6,8,18</sup> 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.<sup>6,19,20,21,22,23,24</sup> 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.<sup>25,26</sup> 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.<sup>25</sup> 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.<sup>4,25,26,27,28,29</sup> 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.<sup>4,26,27,28,29,30,31,32,33</sup>

## 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,<sup>15</sup> por que crianças em idade pré-escolar não conseguem identificar as correspondências entre grandes conjuntos antes de aprender a contar?<sup>34,35</sup> 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.<sup>36</sup>

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.<sup>37,38</sup> 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.<sup>4</sup> 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.<sup>39</sup> 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.<sup>40</sup>

## 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 Development* 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.