ENCYCLOPÉDIE
sur le développement
des jeunes enfants

Les connaissances numériques des jeunes enfants

Catherine Sophian, Ph.D.

University of Hawaii, États-Unis

Juin 2009

Introduction

Au cours des dernières années, le nombre de recherches sur les connaissances numériques des jeunes enfants a rapidement augmenté. Ces recherches englobent une vaste gamme de compétences et de concepts : la capacité des nourrissons à différencier des ensembles contenant différents nombres d'éléments;[1,2] celle des enfants d'âge préscolaire à comprendre les mots représentant des chiffres,[3,4] à compter[5,6,7] ainsi que leur compréhension de la relation inverse entre l'addition et la soustraction.[8,9]

Sujet

La recherche sur les connaissances numériques des jeunes enfants constitue une base importante permettant de formuler des normes qui s'appliquent à l'éducation des jeunes enfants [10] et de concevoir des programmes d'enseignement des mathématiques destinés à la petite enfance.[11,12,13] De plus, les connaissances mathématiques que les enfants acquièrent avant de commencer leur scolarité officielle ont des répercussions importantes sur leur performance scolaire et sur leurs futurs choix de carrière.[14] Une analyse des variables prédictives de la performance scolaire basée sur six séries de données provenant d'études longitudinales révèle

©2009-2026 ABILIO | NUMÉRATIE

que les habiletés mathématiques des enfants à l'entrée à l'école prédisent plus efficacement la performance scolaire ultérieure que les habiletés précoces en lecture, les capacités d'attention ou les habiletés socioaffectives.[15]

Problèmes

Fondamentalement, la numératie suppose de comprendre les nombres en tant que représentation d'un type particulier de grandeur. En conséquence, pour comprendre comment la numératie se développe chez les jeunes enfants, il faut comprendre comment ils en viennent à saisir les relations quantitatives de base qui sont communes aux nombres et aux autres quantités ainsi que les aspects du nombre qui les distinguent des autres types de quantités.

Contexte de la recherche

La recherche classique de Piaget sur le développement logicomathématique a porté sur la compréhension que les enfants ont des propriétés générales des quantités comme la sériation et la conservation des relations d'équivalence dans le cas de certaines formes de transformations.[16] Cependant, Piaget pensait que ce type de connaissances n'émergeait qu'avec l'acquisition de la pensée opérationnelle concrète vers l'âge de 5 à 7 ans. Plus tard, d'autres chercheurs[17] ont entrepris de démontrer que les enfants plus jeunes possèdent des connaissances numériques considérablement plus importantes que ce que Piaget pensait. De plus, la recherche contemporaine fournit des preuves de l'existence d'une large gamme d'habiletés numériques précoces.[18]

Questions clés pour la recherche

Selon une allégation influente mais controversée que l'on retrouve dans la littérature actuelle sur les habiletés numériques précoces, le cerveau est « câblé » pour les nombres.[19,20] Les données sur la discrimination numérique effectuée par les nourrissons humains et par les animaux corroborent souvent cette idée.[21] Les critiques des explications innéistes de la connaissance numérique (innéisme : doctrine philosophique selon laquelle le cerveau contient des idées et des connaissances dès la naissance) notent cependant l'omniprésence du changement développemental dans le raisonnement numérique,[22] la lenteur de la différenciation des nombres par rapport aux autres dimensions quantitatives[23] et la nature contextualisée des connaissances numériques précoces.[24] De plus, les données accumulées indiquent que la langue[24] et les autres pratiques et produits culturels[25,26] contribuent énormément à l'acquisition des connaissances

numériques chez les jeunes enfants.

Récents résultats de recherche

La connaissance numérique pendant la prime enfance

Un des domaines les plus actifs de la recherche actuelle est celui des habiletés numériques des nourrissons. Kobayashi, Hiraki et Hasegawa[1] ont utilisé les écarts entre l'information visuelle et auditive concernant le nombre d'éléments dans un ensemble pour vérifier la discrimination numérique chez les enfants de six mois. Ils leur ont montré des objets qui faisaient un son lorsqu'on les laissait tomber sur une surface, puis en ont laissé tomber deux ou trois derrière un écran de façon à ce que les nourrissons entendent le son de chaque objet sans toutefois les voir. Ensuite, ils ont enlevé l'écran pour révéler soit le nombre exact d'objets, soit le nombre différent (trois s'il y avait eu deux sons et vice versa). Les nourrissons regardaient les éléments plus longuement quand le nombre d'éléments révélés ne correspondait pas au nombre de sons que lorsque les deux correspondaient, ce qui indique qu'ils étaient capables de faire la différence entre deux et trois objets. D'autres recherches indiquent que les nourrissons de six mois peuvent aussi différencier des quantités numériques plus importantes pourvu que le ratio qui les sépare soit large. Les nourrissons de six mois font la différence entre 4 et 8,[27] et même entre 16 et 32.[28] Lorsque l'écart est moins grand (par exemple, 8 par rapport à 12), ils ne réussissent pas à le percevoir,[29] mais les enfants plus âgés y parviennent.[2] Ainsi, les nourrissons deviennent capables de faire des discriminations numériques plus précises au fur et à mesure qu'ils vieillissent.

La connaissance des relations numériques chez les jeunes enfants

Parce que les nombres représentent un type de grandeur, l'aspect fondamental des connaissances numériques se rapporte aux relations d'égalité, d'infériorité et de supériorité entre les quantités numériques.[30] Il est quelque peu surprenant qu'à la lumière des résultats concernant la prime enfance, la comparaison numérique des séries soit une performance développementale significative pour les enfants d'âge préscolaire, surtout lorsque cela suppose d'ignorer les autres différences entre les séries.

Par exemple, Mix[31] a étudié la capacité des enfants de trois ans d'apparier numériquement une série de 2, 3 ou 4 points noirs. La tâche était facile à accomplir lorsque les objets à manipuler donnés aux enfants étaient semblables sur le plan perceptuel aux points qu'ils devaient apparier (p. ex., des disques noirs ou des coquillages rouges dont la taille était à peu près la même que

celle des points). Cependant, la performance des enfants déclinait lorsque les objets contrastaient sur le plan perceptuel avec les points (p. ex., des figurines représentant des lions ou des objets hétérogènes).

Muldoon, Lewis et Francis[7] ont vérifié la capacité d'enfants de 4 ans à évaluer la relation numérique entre deux rangées de blocs (contenant 6 à 9 éléments par rangée) en les plaçant devant des indices trompeurs quant à la longueur de la rangée, c'est-à-dire que deux rangées de longueurs inégales contenaient le même nombre d'éléments, ou que deux rangées de longueurs égales contenaient différents nombres d'éléments. La plupart des enfants se sont basés sur la comparaison de la longueur plutôt que sur le calcul des éléments pour comparer les rangées. Cependant, une procédure consistant à offrir trois séances de formation a conduit à une meilleure performance, surtout chez les enfants à qui on avait demandé d'expliquer pourquoi les rangées étaient en fait numériquement égales ou inégales pendant la formation (tel qu'indiqué par l'expérimentateur).

Les lacunes de la recherche

Bien que les données expérimentales sur la numératie précoce s'accumulent rapidement, l'absence d'explications théoriques intégrant toute la gamme de résultats empiriques limite notre compréhension de la cohérence des divers résultats déjà obtenus et des problèmes qui restent à résoudre. Par exemple, dans la littérature sur la prime enfance, les explications contradictoires des capacités numériques précoces ont généré beaucoup de recherches au cours des dernières années, pourtant, les résultats n'ont pas eu pour effet de diminuer la controverse théorique. Lorsqu'ils présentent des conclusions théoriques, les chercheurs doivent connaître l'ensemble du corpus de résultats et formuler leurs théories avec suffisamment de précision pour que l'on puisse les différencier empiriquement.

De plus, les chercheurs doivent rassembler une information de meilleure qualité sur les processus qui ont permis d'améliorer les connaissances de la numératie chez les jeunes enfants. Nous savons que les variables contextuelles allant de la culture et de la classe sociale[32] aux modèles d'interaction parent-enfant[33,34] et enseignant-enfant[35] ont des répercussions sur la performance des jeunes enfants. Cependant, jusqu'à présent, nous n'avons que des bribes d'information provenant principalement d'études de formation expérimentales [,25,36]qui expliquent comment les expériences particulières peuvent altérer le raisonnement numérique des enfants. La recherche comportant des données convergentes sur : a) les expériences numériques

quotidiennes des jeunes enfants et sur la variation de ces expériences en fonction de l'âge de l'enfant, et b) les effets expérimentaux de ces types d'expérience sur la réflexion des enfants serait particulièrement utile.

Conclusions

La recherche disponible sur le développement des connaissances des jeunes enfants concernant les nombres soutient quatre généralisations qui ont d'importantes conséquences pour la politique et la pratique. Premièrement, le développement numérique comporte de multiples facettes. La numératie pendant la petite enfance englobe bien plus que le calcul et la connaissance de certains faits arithmétiques élémentaires. Deuxièmement, malgré les habiletés numériques démontrées même par les nourrissons, le changement lié à l'âge est omniprésent. Dans les comparaisons entre les groupes d'âge, les enfants plus âgés obtiennent presque toujours de meilleurs résultats que les autres. Troisièmement, la variabilité est omniprésente. La performance de chaque enfant varie lorsqu'il effectue différentes tâches numériques,[37] lorsqu'il participe à des types particuliers de raisonnement numérique dans différents contextes[3] et même lorsqu'il reçoit de la rétroaction pour chaque réponse quand il effectue une seule tâche.[5,38] Enfin, les progrès des enfants dans l'acquisition de connaissances numériques sont très influençables. Les activités non structurées comme les jeux de société,[25] les activités expérimentales visant à mettre en lumière les relations numériques[7,36] et les variations inhérentes aux façons dont les parents[33,34] et les enseignants[35] parlent des chiffres aux enfants influencent ces progrès.

Implications

La recherche sur la numératie pendant la petite enfance peut considérablement contribuer aux politiques et à la pratique en documentant les objectifs déterminés pour l'instruction des mathématiques chez les jeunes enfants. Comme le développement numérique comporte de multiples facettes, les programmes d'enseignement devraient s'efforcer de viser plus large et ne pas se contenter d'améliorer les compétences des enfants en calcul ou de leur enseigner certains faits arithmétiques de base. Les nombres, comme les autres ordres de grandeur, sont caractérisés par des relations d'égalité et d'inégalité. En même temps, ils sont différents des autres types de grandeur parce qu'ils se basent sur la division d'une quantité globale en unités. Les activités pédagogiques qui encouragent les enfants à réfléchir aux relations entre les quantités et aux effets des transformations comme la division, le groupement ou la réorganisation de ces relations peuvent les aider à mieux comprendre ces notions. La variabilité

et la malléabilité de la réflexion numérique des jeunes enfants indiquent que les programmes d'enseignement peuvent énormément contribuer à leurs connaissances croissantes des nombres.

Références

1. Kobayashi T, Hiraki K, Hasegawa T. Auditory-visual intermodal matching of small numerosities in 6-month-old infants. *Developmental Science* 2005;8(5):409-419.
2. Xu F, Arriaga RI. Number discrimination in 10-month-olds. *British Journal of Developmental Psychology* 1985;3(1):47-55.
3. Mix KS. How Spencer made number: First uses of the number words. *Journal of Experimental Child Psychology 2009;102(4):427-444*.
4. Sarnecka BW, Lee MD. Levels of number knowledge in early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology* 2009;103(3):325-337.
5. Chetland E, Fluck M. Children's performance on the 'give-x' task: A microgenetic analysis of 'counting' and 'grabbing' behaviour. *Infant and Child Development* 2005;14(2):133-154.
6. Le Corre M, Carey S. One, two, three, four, nothing more: an investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *Cognition* 2007:105(2):395-438.
7. Muldoon K, Lewis C, Francis B. Using cardinality to compare quantities: The role of social-cognitive conflict in the development of basic arithmetical skills. *Developmental Science* 2007;10(5):694-711.
8. Canobi KH, Bethune NE. Number words in young children's conceptual and procedural knowledge of addition, subtraction and inversion. *Cognition* 2008;108(3):675-686.
9. Sherman J, Bisanz J. Evidence for use of mathematical inversion by three-year-old children. *Journal of Cognition and Development* 2007;8(3):333-344.
10. Clements DH, Sarama J, DiBiase AM, eds. *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 2005.
11. Clements DH, Sarama J. Experimental evaluation of the effects of a research-based preschool mathematics curriculum. *American Educational Research Journal* 1993;30(1):95-122.
12. Griffin S, Case R. Re-thinking the primary school math curriculum: An approach based on cognitive science. *Issues in Education* 1997;3(1):1--49.
13. Starkey P, Klein A, Wakeley A. Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly* 1998;13(4):637-658.
14. National Mathematics Advisory Panel. *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. Washington, DC.: U. S. Department of Education; 2008.
15. Duncan GJ, Dowsett CJ, Claessens A, Magnuson K, Huston AC, Klebanov P, Pagani LS, Feinstein L, Engel M, Brooks-Gunn J, Sexton H, Duckworth K, Japel C. School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*. 2007;43(6):1428 - 1446.
16. Piaget J. *The child's conception of number*. Gattegno C, Hodgson FM, trans. New York, NY: Norton; 1952.
17. Gelman R, Gallistel CR. *The child's understanding of number*. Cambridge, MA; Harvard University Press; 2005.
18. Geary DC. Development of mathematical understanding. In: Damon W, ed. *Handbook of child psychology*. 6th ed. New York, NY: John Wiley & Sons; 2006:777-810. Khun D, Siegler RS Siegler, eds. *Cognition, perception, and language*.Vol. 2.
19. Butterworth B. *The mathematical brain*. New York, NY: Macmillan; 1999.

©2009-2026 ABILIO | NUMÉRATIE

20. Dehaene S. *The number sense: How the mind creates mathematics*. Oxford, UK: Oxford University Press; 1997

21. Feigenson L, Dehaene S, Spelke E. Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences 2002;6(6):248-254.*

22. Sophian C. Beyond competence: The significance of performance for conceptual development. *Cognitive Development* 1997;12(3):281-303.

23. Sophian C. *The origins of mathematical knowledge in childhood*. New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates; 2007.

24. Mix KS, Sandhofer CM, Baroody AJ. Number words and number concepts: The interplay of verbal and nonverbal quantification in early childhood. In: RV Kail, ed. *Advances in child development and behavior. vol. 33.* New York, NY: Academic Press; 2005:305-346.

25. Ramani GB, Siegler RS. Promoting broad and stable improvements in low-income children's numerical knowledge through playing number board games. *Child Development* 2008;79(2):375-394.

26. Schliemann AD, Carraher DW. The evolution of mathematical reasoning: Everyday versus idealized understandings. *Developmental Review* 1991;11(3):271-287.

27. Xu F. Numerosity discrimination in infants: Evidence for two systems of representation. *Cognition* 2003;89(1):B15-B25

28. Xu F, Spelke ES, Goddard S. Number sense in human infants. *Developmental Science* 2005;8(1):88-101.

29. Xu F, Spelke ES. Large-number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition* 2000;74(1):B1-B11.

30. Davydov VV. Logical and psychological problems of elementary mathematics as an academic subject. In: Kilpatrick J, Wirszup I, Begle EG, Wilson JW, eds. *Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics*.Chicago, Ill: University of Chicago Press; 1990:281-307. Steffe LP, ed. *Children's capacity for learning mathematics.* Vol. 7.

31. Mix KS. Surface similarity and label knowledge impact early numerical comparisons. *British Journal of Developmental Psychology* 1985;3(1):47-55

32. Starkey P, Klein A. Sociocultural influences on young children's mathematical knowledge. In: Saracho ON, Spodek B, eds. *Contemporary perspectives on mathematics in early childhood education*. Charlotte, NC: IAP/Information Age Pub.; 2008:253-276.

33. Blevins-Knabe B, Musun-Miller L. Number use at home by children and their parents and its relationship to early mathematical performance. *Early Development and Parenting* 1996;5:173-183.

34. Lefevre J, Clarke T, Stringer AP. Influences of language and parental involvement on the development of counting skills: Comparisons of French- and English-speaking Canadian children. *Early Child Development and Care* 2002;172(5):451-462.

35. Klibanoff RS, Levine SC, Huttenlocher J, Vasilyeva M, Hedges LV. Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher "math talk." *Developmental Psychology* 1984;20(5):797-806.

36. Sophian C, Garyantes D, Chang C. When three is less than two: Early developments in children's understanding of fractional quantities. *Developmental Psychology* 1984;20(5):797-806

37. Dowker A. Individual differences in numerical abilities in preschoolers. *Developmental Science* 2008;11(5):650-654.

38. Siegler RS. How does change occur: A microgenetic study of number conservation. *Cognitive Psychology* 2002;45:337-374.

©2009-2026 ABILIO | NUMÉRATIE