

PRIMEIRAS NOÇÕES NUMÉRICAS DE UMA ADOLESCENTE COM SÍNDROME DE DOWN ATRAVÉS DE MATERIAIS MULTISSENSORIAIS

First numerical notions of a teen with Down syndrome through multi-sensory materials

Leo Akio Yokoyama

Resumo

Este estudo considera a evolução do conceito de número, com relação à quantificação de conjuntos até dez elementos, por uma adolescente com síndrome de Down de 19 anos. Ela fez parte de uma pesquisa envolvendo oito crianças e adolescentes de 5 a 19 anos que empregou a metodologia *Design Experiments*. Serão apresentadas duas atividades que serviram como base para a construção de um entendimento mais profundo de números naturais. O suporte teórico fora elaborado a partir dos trabalhos de David Tall sobre *imagem conceitual* e *organizadores genéricos*. A análise indicou que a adolescente fez modificações significativas em sua imagem conceitual de quantificação e melhorou sua capacidade de quantificar. Um aspecto das atividades que pareceu importante, para que a participante fosse além do procedimento de contagem mecanizada, foi a utilização de recursos multisensoriais para verificar e corrigir suas próprias estratégias.

Palavras-chave: Educação Matemática Inclusiva. Conceito de número. Quantificação. Síndrome de Down.

Abstract

This study considers a development of the concept of number, with respect to the quantification of sets up to 10 elements, by a teenage with Down syndrome of 19 years. She was part of a research involving eight children

and adolescents aged 5 to 19, who employed a methodology of *Design Experiments*. Two activities will be presented as the basis for building a deeper understanding of natural numbers. The theoretical support for elaboration from the works of David Tall on *conceptual image* and *generic organizers*. An analysis indicated that an adolescent made significant modifications in his conceptual image of quantification, and improved his ability to quantify. An aspect of the activities that seemed important so that a participant goes beyond the mechanized counting procedure to a use of multisensory resources to check and correct their strategies.

Keywords: Inclusive Mathematics Education. Concept of number. Quantification. Down's syndrome.

Introdução

Este trabalho analisou a prática de uma adolescente com síndrome de Down, denotada por B19, com idade de 19 anos, com relação aos seus conceitos de número natural, mais especificamente no que se refere à quantificação, ou seja, à capacidade de determinar a quantidade de objetos de um conjunto discreto. Foram analisados os momentos anteriores a duas atividades propostas e, principalmente, ao longo da aplicação dessas atividades com materiais multisensoriais, que são o *Numicon* e os dedos das mãos. O material *Numicon* será detalhado mais adiante. Esta análise procurou identificar as mudanças

de comportamento que pudessem evidenciar um desenvolvimento do conceito de número.

Na literatura sobre quantificação, dois procedimentos são destacados: o *subitizing* e a contagem. Segundo Clements (1999), o *subitizing* é a capacidade de determinar quantidades instantaneamente sem nenhum outro processo, e o procedimento da contagem segue os princípios da contagem postulados por Gelman e Gallistel (1986), que são: o princípio da correspondência um a um, da ordem estável, da cardinalidade, da abstração e da irrelevância da ordem. Para as autoras, esses princípios eram inatos nos seres humanos.

Alguns autores, como Frye et al. (1989) e Winn (1990), realizaram experimentos em que as crianças eram solicitadas a entregar uma quantidade “x” de objetos, e essa tarefa mostrou-se mais difícil que a de simplesmente responder a “Quantos objetos têm aqui?” ou “Aqui tem ‘x’ objetos?”. A conclusão dos autores foi que solicitar “x” objetos demanda um entendimento maior do conceito de número relacionado à quantidade do que os outros dois questionamentos. Por esse motivo, essa solicitação tornou-se o teste *fundamental* deste trabalho, para determinar os participantes da pesquisa, além de servir como um parâmetro para as análises sobre o conceito de número desses participantes.

Considerando os acontecimentos até então, formaram-se três grupos de pesquisadores: os que acreditavam que os procedimentos surgiam antes dos conceitos, o grupo que acreditava no contrário, que os conceitos eram inatos e, a partir deles, os procedimentos se desenvolviam, e um terceiro grupo de pesquisadores que acreditava que conceitos e procedimentos aconteciam de forma interativa, ou seja, a aquisição de um influencia na aquisição do outro, que poderia auxiliar no melhor entendimento do primeiro, e assim por diante (BAROODY, 2003; PIAZZA et al. 2002; BARBOSA, 2007)

Neste trabalho, essa interação entre conceitos e procedimentos foi fundamental para a desconstrução de alguns conceitos e procedimentos, e para a construção de outros. Por exemplo, B19 tinha um determinado conceito de número 5, que no teste fundamental verificou-se que poderia ser um punhado de cubinhos apanhados sem contagem. A aplicação da primeira atividade, ou primeiro *organizador genérico*, exigiu da participante a escolha de um proce-

dimento para a seleção de cinco pinos (Fig.1), e ela percebeu que o punhado de pinos que selecionara, sem contagem, não condizia com o “conceito” de cinco construído a partir da forma numérica {5} do Numicon (Fig. 2). Então, a aluna teve de desconstruir o procedimento “punhado de cubinhos” para obtenção de cinco, pois, como esse procedimento não gerou cinco cubinhos, ela foi instigada a criar outro procedimento, outra estratégia, para que o conceito de cinco estivesse de acordo com o novo conceito de cinco. Com o sucesso da atividade, o novo procedimento construído por B19 fora incorporado para outras seleções de objetos, assim modificando sua imagem conceitual de número cinco e, conseqüentemente, seu conceito de número.

Figura 1 – Pinos que se encaixam nas formas numéricas do Numicon, barbante e sacola.



Fonte: a pesquisa.

Figura 2 – Formas numéricas do Numicon de 1 a 10 e tabuleiro 10x10.



Fonte: a pesquisa.

As pesquisas mostram que os estudantes com síndrome de Down têm dificuldades no ato de quantificar conjuntos discretos, o que, na maioria das vezes, se torna um procedimento mecânico, com regras a seguir, que no final produz um “número”. A participante de 19 anos não compreendia a finalidade da contagem e nem o significado de uma quantidade de sete objetos. As crianças com desenvolvimento típico passam pelas mesmas etapas cognitivas que as crianças com síndrome de Down, a diferença está na “velocidade” de aprendizagem. O principal erro cometido, no procedimento da contagem, pelos indivíduos com síndrome de Down é (ABDELAHMEED, 2007; PORTER, 1999; CAYCHO et al. 1991) errar a sequência padrão de palavras-número, seja esquecendo, pulando, repetindo, ou pronunciando em uma ordem aleatória.

Uma possível razão para este fato é a deficiência na memória de curto prazo verbal desses indivíduos (COMBLAIN, 1994). Essa memória influencia, por exemplo, na aquisição de novas palavras. Segundo Jarrold e Baddeley (2001), é preciso diferenciar a memória de curto prazo verbal da memória de curto prazo visoespacial. As pessoas com síndrome de Down têm um déficit na memória de curto prazo verbal, em contraste à memória visoespacial, que é considerada próxima do normal.

Uma possibilidade de trabalho “paralelo”, que visa proporcionar melhor compreensão do conceito de número das crianças com síndrome de Down, é com os dedos das mãos. Estes talvez sejam o primeiro instrumento que o ser humano utiliza para a contagem de objetos. Há razões importantes para se trabalhar com os dedos das mãos. Primeiro, para a maioria das pessoas, eles estão sempre disponíveis, em qualquer lugar, momento ou situação. Segundo, aproveitando a memória visoespacial, o indivíduo vê o número globalmente e não somente a partir de uma sequência de palavras-número ou de um símbolo isolado, ou de uma palavra isolada. Terceiro, e talvez o mais importante, o indivíduo “sente” o número: mesmo não vendo as mãos, é possível sentir sete dedos levantados. De acordo com Brissiaud (1989), é por essa razão que a associação dos dedos das mãos à sequência numérica convencional influencia na aquisição do conceito de número, mais que simplesmente observar quantidades de objetos ou ouvir uma sequência

de palavras-número. E outra possibilidade é trabalhar com materiais multissensoriais – no caso deste trabalho, o Numicon, que tem um estímulo visual e tátil e oferece outras possibilidades de configuração para se enxergar e sentir os números.

Este trabalho propôs atividades que envolvessem a interação entre conceitos e procedimentos, aproveitando outras formas de estímulo visoespacial com material multissensorial e dedos das mãos, com o objetivo de desenvolver o conceito de número através de ambos procedimentos de quantificação, a contagem e o *subitizing*.

Perspectiva teórica

As teorias que nortearam este trabalho foram as teorias da *imagem conceitual* e dos *organizadores genéricos* de David Tall e colaboradores. A imagem conceitual de um indivíduo são todas as estruturas cognitivas que sua mente relaciona com um determinado conceito. E, dependendo do estímulo, diferentes partes da imagem conceitual podem ser evocadas – a chamada imagem conceitual evocada –, e só ela pode ser percebida, observada e analisada. Segundo Barnard e Tall (2007), uma *unidade cognitiva* de uma pessoa é uma porção de sua imagem conceitual em que ela consegue focar a atenção por um determinado instante – por exemplo, lembrar de um símbolo como o “7” ou realizar um procedimento de contagem até dez, ou um reconhecer três objetos por *subitizing*. Um tipo especial de unidade cognitiva é a *raiz cognitiva*. Trata-se de um “conceito-âncora”, ou seja, além de ser facilmente entendida pelo indivíduo, ele tem a capacidade de ser a base para o desenvolvimento de um conceito. Por exemplo, o procedimento de contagem até cinco como raiz cognitiva pode ser facilmente entendido e executado para objetos fixos e soltos por um aluno que não tenha o conceito de quantidade de cinco elementos bem formado, e a partir dessa raiz cognitiva o estudante tem a possibilidade de relacionar a contagem até cinco a quantidades até cinco elementos, ampliando, assim, a imagem conceitual de número.

Para conseguir acessar as unidades cognitivas de um sujeito, Tall (1989) pensou em um ambiente de aprendizagem (micromundo)

que favorecesse uma visão geral de um conceito, que o aluno pudesse observar e manipular exemplos e contraexemplos relacionados com um determinado conceito. Ele denominou esse ambiente como um *organizador genérico*, o qual deve estar estruturado de forma que o usuário possa perceber e manipular exemplos, contraexemplos e evocar pelo menos uma raiz cognitiva do conceito em questão.

Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho, desenvolvida por Paul Cobb e colaboradores (COBB et al., 2003), é a chamada *design experiments*. É uma metodologia tanto teórica como pragmática, interacionista, intervencionista e que tem, como produto final, a criação e o desenvolvimento de uma “mini” teoria de ensino e aprendizagem. Ela objetiva analisar “o quando, o como e o porquê” um determinado projeto de aprendizagem funciona. Os autores definem uma ecologia de aprendizagem, metáfora à característica interacionista da metodologia, como um complexo sistema de interações entre elementos de diversos níveis e tipos. Entre os tipos de ambiente educacional em que a metodologia do design pode ser aplicada, este trabalho foi concebido entre o professor-pesquisador e o estudante.

Os elementos desse ecossistema de aprendizagem, para este trabalho, são os participantes, o professor-pesquisador, as atividades propostas, os materiais multissensoriais, um ambiente isolado com uma câmera de vídeo e um tempo de duração de, aproximadamente, 30 minutos por sessão.

A participante analisada neste trabalho foi uma aluna da APAE-RIO de 19 anos, no ano de 2010. As atividades são os pré-testes, baseados na revisão da literatura com relação à contagem e à quantificação, e os organizadores genéricos. Os materiais multissensoriais (Numicon e dedos das mãos) foram escolhidos para integrar este trabalho com o propósito de ampliar a imagem conceitual de número da participante.

Segundo Tall et al. (1981, 1989), a ampliação da imagem conceitual pode auxiliar na compreensão e no entendimento do conceito em questão. Além disso, como os materiais multissensoriais se utilizam de outros sentidos, como a visão, a audição, o tato, pensou-se que “acessar”

esses outros sentidos pudesse influenciar na imagem conceitual de uma forma diferente, principalmente porque os indivíduos com síndrome de Down não têm dificuldades com a memória visoespacial. Os materiais multissensoriais são: as formas numéricas do Numicon, os pinos que se encaixam nas formas numéricas, cartões numerados de um a dez, uma faixa numerada de zero a dez em ordem crescente, um barbante, um tabuleiro 10x10 onde se encaixam as formas numéricas, e os dedos das mãos. O Numicon é um material desenvolvido na Inglaterra. As formas numéricas são placas retangulares de plástico duro que representam números de um a dez pela quantidade de furos. Estes estão dispostos de dois em dois, facilitando a identificação dos números por *subitizing*. E, finalmente, os dedos das mãos, que talvez sejam o primeiro “instrumento” sensorial do ser humano para contagem. Além de poder ver os números de um a dez como um todo, é possível “sentir” os números nos dedos levantados das mãos; por isso, associar as representações numéricas à quantidade de dedos levantados pode auxiliar muito na ampliação da imagem conceitual dos participantes.

Este trabalho concentrou-se em dois ambientes de aprendizagem: o primeiro estimula o participante a criar uma estratégia de seleção de “x” elementos, que se referencia ao teste fundamental de quantificação; o segundo ambiente propõe-se a organizar, na imagem conceitual, a sequência numérica padrão e dar significado concreto a ela. O primeiro organizador genérico, também denominado neste trabalho como atividade fundamental de quantificação, foi inspirado no teste fundamental. Ele solicita que o aluno selecione objetos em uma quantidade “x” e os coloque dentro de uma região delimitada. Após a seleção, o aluno deve dizer se sua seleção está concluída, e então irá conferir com um “gabarito”, no caso, uma das formas numéricas do Numicon. Por exemplo, o número solicitado é cinco. A forma {5} do Numicon é colocada à direita do participante, a região delimitada à sua frente e à sua esquerda são disponibilizados vários pinos. A forma {5} do Numicon é um exemplo de número cinco. O aluno manipula os pinos utilizando alguma estratégia para selecionar outro exemplo de número cinco – no caso, cinco pinos – e coloca-os na área delimitada. Quando o aluno conclui a seleção e a confere com o “gabarito”, há duas possibilidades:

(a) ele acerta, e, portanto fica registrada em sua imagem conceitual a estratégia de sucesso; (b) ele erra, e tem diante de si um contraexemplo de número cinco, e portanto fica registrado que a estratégia que ele adotou deve ser modificada até encontrar sucesso.

O segundo organizador genérico, ou *atividade significativa da sequência padrão dos números naturais*, propõe-se a auxiliar a memorização da sequência numérica padrão de forma significativa. Esse organizador fornece uma visão geral da sequência numérica convencional e dá significado concreto ao sucessor e antecessor de um número. Ele é dividido em duas etapas: na primeira, o participante é convidado a ordenar os numerais impressos em cartões, e em seguida se apresentam as formas numéricas do Numicon, uma a uma, para que ele relacione cada peça do Numicon com o seu número correspondente. Ao final, o participante tem dois exemplos da sequência numérica padrão em ordem crescente, manipulados por ele. Os contraexemplos surgem no momento em que há um erro por parte do aluno, e ele mesmo pode constatar tal erro. No caso da participante B19, quando ela inseria as formas numéricas do Numicon, percebia que havia um crescimento da esquerda para a direita, e percebia também quando havia cometido algum erro.

Na segunda etapa, o pesquisador trabalhou a representação numérica nos dedos. Com a sequência numérica montada na frente da participante, o pesquisador solicitou que ela apresentasse, por exemplo, seis dedos. A partir daí, era pedido que se inserisse ou retirasse um dedo por vez. A sequência era utilizada como um auxílio nos momentos que a participante “esquecia” que número vinha antes ou depois. Com isso, B19 trabalhou a representação de números nos dedos acima de cinco e a ideia de sucessor/antecessor de um número associado à ação de inserir/retirar um elemento do conjunto. A raiz cognitiva, nesse caso, é justamente a sequência numérica organizada pela participante, porque é algo familiar e, a partir dela, pode-se iniciar o desenvolvimento de um novo conceito (uma sequência numérica significativa).

Questões de pesquisa

O objetivo principal deste trabalho foi analisar a influência dos organizadores genéricos

na aquisição do conceito de número relacionado a quantidades até dez, antes do contato com organizadores genéricos e durante a aplicação destes – em particular, identificar as unidades cognitivas evocadas em diferentes momentos. Os organizadores genéricos foram concebidos para permitir que os aprendizes desenvolvessem novas unidades cognitivas e/ou conectassem unidades já desenvolvidas, mas aparentemente não relacionadas, como por exemplo o procedimento da contagem até “x” e a seleção de uma quantidade “x” de objetos. Dentro de cada organizador, há de se considerarem os materiais multissensoriais e a interação entre conceitos e procedimentos.

A primeira questão de pesquisa é: de que maneira o primeiro organizador genérico, ou atividade fundamental de contagem, influencia na imagem conceitual de número dos participantes? Ou seja, de que maneira o fato de estar diante desse ambiente de aprendizagem, que demanda do participante a escolha de uma estratégia de seleção e verifica se ela é “eficaz”, influencia na imagem conceitual de número dos participantes.

A segunda questão de pesquisa é: qual a importância de se conhecer a sequência numérica padrão, associada a uma ação concreta de adicionar/retirar um elemento de um determinado conjunto, para o entendimento do conceito de número referente à quantidade de elementos e ao processo de contagem? Ou seja, essa questão pretende analisar a influência do segundo organizador genérico, ou atividade significativa da sequência padrão dos números naturais, na imagem conceitual de número dos participantes.

Resultados

A participante B19 tinha muita dificuldade em pronunciar a sequência numérica padrão. Algumas vezes ela pulava a palavra-número [3], ou seja, ela dizia: [1], [2], [4], [5], [6]... E isso influenciava no resultado final das contagens. Além disso, no início das sessões, ela não tinha a noção de quantidades maiores que quatro objetos. Sempre que solicitado um número de pinos ou cubinhos acima de quatro, ela pegava um punhado, sem contagem, e entregava ao pesquisador

dor, apesar de algumas vezes contar corretamente objetos fixos e soltos até dez elementos.

Ao ser apresentada ao primeiro organizador genérico, a participante iniciou sua estratégia de seleção de três e quatro pinos sem contagem, aparentemente tentando dispor os pinos no formato das peças numéricas {3} e {4} do Numicon com sucesso, porém não conseguiu com cinco objetos. Nesse último caso, ela havia selecionado quatro pinos sem contagem, e no momento da conferência sobrou um furo sem pino. Depois disso, ela criou duas estratégias para solucionar a situação: primeiro pegou os quatro pinos com uma mão e levou-os para dentro do saco que continha outros pinos, e, sem soltá-los, apanhou mais um pino para completar o furo sem pino. A segunda estratégia foi, sem a influência do pesquisador, utilizar o procedimento da contagem para a seleção dos cinco pinos, e nesse instante ela obteve sucesso. Sua estratégia, porém, foi-se modificando ao longo das sessões. Algumas vezes ela selecionava pinos no círculo sem contagem e só depois contava os pinos que estavam dentro da área delimitada. Ao perceber que ainda cometia erros, ela passou a utilizar somente a contagem.

Durante as aplicações da primeira atividade, percebeu-se que B19 tinha muitas dificuldades em pronunciar corretamente toda a sequência numérica padrão, cometendo erros de contagem e de seleção de pinos. Isso motivou a criação do segundo organizador genérico. Eis um exemplo de

uma das características da metodologia do *design experiments*, interação e replanejamento das atividades. A aplicação desse segundo organizador fez com que ela organizasse a sequência numérica: somente com cartões numerados, somente com as formas numéricas do Numicon e associando ambas as sequências. Um fato interessante foi quando B19 se autocorrigiu ao organizar as peças numéricas do Numicon de um a dez. Ela não iniciou a partir do um até o dez, e sim de uma forma aleatória. Em um dado momento, colocou o seis depois do sete, percebeu o erro e voltou o seis para antes do sete, mostrando assim uma capacidade para a autocorreção.

Na segunda etapa dessa atividade, B19 passou a representar números de seis a dez nos dedos com o auxílio da sequência numérica que ela mesma montou na etapa anterior. Antes, ela só representava, nos dedos, números de um a cinco. Ao inserir e retirar dedos, a participante começou a associar a sequência numérica organizada por ela ao significado de sucessor e antecessor da sequência numérica padrão.

Os aspectos significativos da sequência numérica padrão são: (a) visualização que é uma estrutura crescente/decrescente, e não aleatória; (b) inserir/retirar um elemento do conjunto se relaciona com o sucessor/antecessor de um número da sequência.

A tabela 1 resume as unidades cognitivas de B19 antes, durante e depois da aplicação dos organizadores genéricos.

Tabela 1 – Unidades cognitivas de B19.

Antes dos organizadores genéricos	Durante e depois dos organizadores
a) Executar o <i>procedimento da contagem</i> até 10. Apesar de algumas vezes pular a palavra-número [3]; b) Reconhecer as escritas ou símbolos numéricos até 10; c) Realizar <i>subitizing</i> até 3 elementos; d) Representar números até 5, nos dedos da mão; e) Identificar números até 5, nos dedos da mão;	a) Identificar as 10 formas numéricas do Numicon; b) Compreender quantidades além de 4 elementos; c) Relacionar o procedimento da contagem e a seleção de quantidades acima de 4; d) Representar quantidades de 1 a 10 nos dedos e) Compreender que inserir/retirar 1 elemento significa aumentar/diminuir em 1 unidade a quantidade de elementos do conjunto.

Fonte: a pesquisa.

Conclusões

Este trabalho mostrou que a interação entre conceitos e procedimentos foi um caminho viável para atingir melhor compreensão do conceito de número. Conceitos e procedimentos foram modificados, relacionados e interagiram de

forma a ampliar a imagem conceitual de número, tanto no primeiro como no segundo organizador genérico. No primeiro, o conceito de quantidade de elementos de um conjunto caminhou lado a lado com os procedimentos de seleção escolhidos por cada participante. No segundo organizador, o conceito da sequência numérica padrão foi sendo

esclarecido e tornando-se significativo conforme os participantes procediam com a organização e com o procedimento de inserir ou retirar um elemento do conjunto.

Gelman e Cohen (1988) disseram que os indivíduos com síndrome de Down tendem a aprender o procedimento da contagem mecanicamente por meio da imitação de exemplos e da ênfase na repetição. Esse trabalho apresenta uma alternativa para o ensino tradicional, que muitas vezes foca o ensino no procedimento sem uma interação com o conceito.

Além disso, os organizadores genéricos também cumpriram seu papel de instigar os participantes a refletir em cada situação. No primeiro organizador, eles buscaram estratégias, e todos alcançaram o sucesso na atividade, cada um por seu próprio caminho. A participante A12, aliás, trouxe uma solução inesperada e muito significativa para este trabalho, pois mostrou que, na Educação, os profissionais devem estar preparados para encarar o “diferente”, seja com relação aos alunos ou com o que eles trazem para o ambiente escolar. No segundo organizador genérico, uma participante descobriu a utilidade da sequência numérica e sentiu quantidades de seis a dez nos dedos, e o outro participante organizou sua sequência numérica a ponto de conseguir selecionar quantidades até dez, algo que não fazia antes.

Os participantes foram um presente para este trabalho. As surpresas e descobertas que proporcionaram ao pesquisador são como joias raras de valor incomensurável. Acreditamos que os resultados desta pesquisa irão abrir portas e caminhos para novas descobertas importantes nessa área e, conseqüentemente, beneficiar muitas outras pessoas que vivem e convivem com a síndrome de Down. Espera-se, ainda, que este trabalho incentive outros pesquisadores a encarar esse desafio de investigar a educação matemática nos indivíduos com alguma dificuldade física ou intelectual.

Referências

- ABDELAHMEED, H. Do children with down syndrome have difficulty in counting and why? *Internacional Journal of Special Education*, v.22, n.2, 2007.
- BARBOSA, H. H. J. Sentido de número na infância: uma interconexão dinâmica entre conceitos e procedimentos. *Paideia* (Ribeirão Preto), v.17, n.37, p.181-194, 2007.
- BARNARD, T.; TALL, D. Cognitive units, connections and mathematical proof. *Proceedings of the 21st Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Finland, v.2, p.41-48, 1997.
- BAROODY, A. J. The development of adaptive expertise and flexibility: The integration of conceptual and procedural knowledge. In: BAROODY A. J.; DÖWKER, A. (Eds.). *The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. p.1-33.
- BRISSIAUD, R. A Tool for number construction: Finger symbol sets. In: BIDEAUD, J.; MELJAC, C.; FISCHER, J. P. *Pathways to number: Children's developing numerical abilities*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, 1992, cap. 2.
- BRISSIAUD, R. *Como as crianças aprendem a calcular*. Lisboa: Éditions Retz, Instituto Piaget, Coleção Novos Horizontes, 1989.
- CAYCHO, L.; GUNN, P.; SIEGAL, M. Counting by children with Down syndrome. *American Journal on mental retardation*, v.95, n.5, p.575-583, 1991.
- CLEMENTS, D. H. *Subtizing: What is it? Why teach it?* Printed from Teaching Children Mathematics and with permission from NCTM, 1999.
- COBB, P.; CONFREY, J.; DISESSA, A.; SCHAUBLE, L. Design experiments in education research. *Educational Researcher*, v.32, n.1, p.9-13, 2003.
- COMBLAIN, A. Working memory in Down's syndrome: Training the rehearsal strategy. *Down Syndrome: Research & Practice* 2(3), p.123-126, 1994.
- FRYE, D.; BRAISBY, N. Young children's understanding of counting and cardinality. *Child Development*, v.60, n.5, p.1158-1171, 1989.
- FUSON, K. C.; PERGAMENT, G.G.; LYONS, B. G.; HALL, J. W. Children's conformity to the cardinality rule as a function of set size and counting accuracy. *Child Development*, v.56, p.1429-1436, 1985.
- FUSON, K. C.; RICHARDS, J.; BRIARS, D. The acquisition and elaboration of the number word sequence. *Children's Logical and Mathematical Cognition*. New York: Springer-Verlag, 1982. p.33-92.
- GELMAN, R.; GALLISTEL, C. R. *The child's understanding of number*. Cambridge, Massachusetts, London: Harvard University Press, 1986.
- GELMAN, R.; COHEN, M. Qualitative differences in the way Down syndrome and normal children

solve a novel counting problem. In: NADEL, L. (Ed.). *The Psychobiology of Down's Syndrome*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988. p.51-99.

JARROLD, C.; BADDELEY, A. D. Short-term memory in Down syndrome: Applying the working memory model. *Down Syndrome Research and Practice* 7(1), p.17-23, 2001.

MIX, K. S. Similarity and numerical equivalence: Appearances count. *Cognitive Development*, v.14, p.269-297, 1999.

PIAGET, J. *The child's conception of number*. London: Routledge & Kegan Paul LTD., 1969. p.68-74.

PIAZZA, M.; MECHELLI, A.; BUTTERWORTH, B.; PRICE, C. J. Are subitizing and counting implemented as separate or functionally overlapping processes? *Neuroimage*, v.15 (2), p.435-446, 2002.

PORTER, J. Learning to count: A difficult task? *Down's Syndrome: Research and Practice*, v.6, n.2, p.85-94, 1999.

TALL, D. Concept images, generic organizers, computers and curriculum change. *For the Learning of Mathematics*, 9 (3), p.37-42, 1989.

TALL, D.; MCGOWEN, M.; DEMAROIS, P. The function machine as a cognitive root for building a rich concept image of the function concept. *Proceedings of the 22rd PME-NA Conference*, 1, p.247-254, 2000.

TALL, D.; VINNER, S. Concept image and concept definition in Mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, v.12, p.151-169, 1981.

WYNN, K. Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, p.155-193, 1990.

Leo Akio Yokoyama é professor do Colégio de Aplicação da UFRJ.