

UMA ABORDAGEM MULTISSENSORIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE NÚMERO EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DE DOWN

Autor: Leo Akio Yokoyama

Instituição: Colégio de Aplicação-UFRJ

E-mail: leo.akio@yahoo.com.br

Resumo:

Este estudo considera a evolução do conceito de quantificação de conjuntos até 10 elementos, em três adolescentes com síndrome de Down. A metodologia empregada foi *Design Experiments*. A aplicação de duas atividades pôde servir como base para a construção do entendimento de números naturais. As atividades levam em conta a utilização de materiais multis sensoriais, os resultados de estudos para o desenvolvimento do conceito de número e pesquisas relacionadas a alunos com síndrome de Down, com suporte teórico dos trabalhos de David Tall, sobre a construção da imagem conceitual e organizadores genéricos. Uma análise pormenorizada das interações dos três participantes indicou que todos fizeram modificações significativas com relação ao processo de quantificação, mas as porções da imagem conceitual que foram evocadas variaram de acordo com o indivíduo. O estudo ainda mostrou que os participantes puderam usar os materiais para verificar e corrigir suas próprias estratégias.

Palavras-chave: Educação Matemática Inclusiva, Quantificação, Síndrome de Down

1. Introdução

Este trabalho analisou as práticas de três participantes portadores da síndrome de Down, que serão denotados por (A12), (R14) e (B19), com idades 12, 14 e 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 qualquer. Foram analisados os momentos anteriores a duas atividades propostas e, principalmente, ao longo da aplicação dessas atividades com materiais multis sensoriais, que são o Numicon e os dedos das mãos. 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 (1978), 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.

Piaget (1952) postulou um princípio chamado Princípio da Conservação, que é a propriedade que qualquer conjunto discreto tem de não alterar sua cardinalidade independentemente das mudanças na configuração espacial de seus elementos. Além deste princípio, ele lança a hipótese de que o desenvolvimento do conceito de número segue lado a lado com o desenvolvimento do período pré-lógico, que inclui a hierarquização das classes lógicas e as seriações qualitativas. Para ele, estes princípios são pré-requisitos para o entendimento de qualquer atividade racional, incluindo a contagem, ou seja, uma criança só poderia quantificar um conjunto se passasse pelo período pré-lógico e entendesse que conjuntos são conservados.

Outros pesquisadores duvidaram do aspecto inatista dos princípios da contagem, hipotetizado por Gelman e Gallistel, e mostraram que crianças cometiam erros ao serem avaliadas com relação aos princípios da correspondência um-a-um, da cardinalidade, da ordem estável e da irrelevância da ordem. Alguns autores como Frye et al. (1989) e Winn (1990), por exemplo, realizaram experimentos em que as crianças eram solicitadas a entregar uma determinada quantidade x de objetos, e essa tarefa se mostrou mais difícil que a de simplesmente responder à “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, esta solicitação se tornou o *teste fundamental* deste trabalho, para determinar os participantes desta pesquisa, além de servir como um parâmetro para as análises sobre o conceito de número destes.

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 sugeriu com uma nova proposta: conceitos e procedimentos aconteciam de forma interativa, ou seja, a aquisição de um influencia na aquisição do outro que pode 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 conseqüentemente para a

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

As pesquisas que relacionam conceito de número e síndrome de Down são bastantes escassas, diferente da quantidade de pesquisas que versam apenas um dos dois assuntos. Em linhas gerais, os resultados dos poucos estudos localizados mostram que os estudantes, portadores da síndrome de Down, têm dificuldades com o raciocínio aritmético, em particular, o ato de quantificar um conjunto discreto se torna, na maioria das vezes, mais um procedimento mecânico, com regras a seguir, que no final produz um “número”. Mesmo alguns adolescentes síndromes de Down, com idades até 19 anos, não compreendem a finalidade da contagem, ou não compreendem o que significa uma quantidade de 7 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 e, com isso, talvez às vezes não fique evidente ou perceptível essas passagens. Aquelas crianças geralmente, ao conviver e interagir com outras pessoas ou consigo mesmas, alcançam o conceito de número, com relação à quantidade, de uma forma mais rápida, com jogos, brincadeiras, atividades do dia-a-dia que envolva contagem, na escola com outros colegas.

Os erros mais cometidos, no procedimento da contagem, pelos indivíduos com síndrome de Down são (ABDELAHMEED, 2007; PORTER, 1999; CAYCHO *et al.* 1991): (a) errar na sequência padrão de palavras-número, seja esquecendo, pulando, repetindo, ou pronunciando em uma ordem aleatória; (b) apontar para um objeto e não o rotular; (c) ignorar alguns objetos do conjunto sem conta-los; (d) rotular o mesmo objeto com duas palavras-número no mesmo instante; (e) depois de realizada a contagem, diante da

pergunta: “Mas quantos objetos têm aqui mesmo?”, eles recontam o conjunto. É importante frisar que as crianças com desenvolvimento típico também cometem alguns desses erros quando começam a adquirir o conceito de número.

Mesmo que um indivíduo qualquer realize corretamente a contagem de um determinado conjunto e produza no final a última palavra-número mencionada, ainda assim é preciso desconfiar se ele entende o significado de tal número. Pesquisadores mostraram (MIX, 1989; FUSON, 1985) que algumas crianças percebem que diante da pergunta de um adulto “Quantos?” bastava dizer a última palavra-número mencionada para deixar o questionador “satisfeito”. E quando os pesquisadores solicitavam, a esta mesma criança, que pegasse o mesmo número contado, ela simplesmente não selecionava a quantidade correta, selecionando um punhado qualquer, ou realizando uma contagem diferente.

Porém, um erro bastante frequente, cometido pelos indivíduos com síndrome de Down, está em pronunciar a sequência padrão de números, e uma possível razão para este fato é a deficiência na memória de curto prazo verbal desses indivíduos (COMBLAIN, 1994). Esta memória influencia, por exemplo, na aquisição de novas palavras. Segundo Jarrold & Baddeley (2001), é preciso diferenciar a memória de curto prazo verbal da memória de curto prazo viso-espacial. As pessoas com síndrome de Down tem um déficit na memória de curto prazo verbal, em contraste à memória viso-espacial, que é considerada próxima do normal. Isso implica que é difícil aprender novas palavras e guardá-las em uma determinada sequência, por outro lado, a última informação abre novos caminhos e possibilidades de atividades que exploram o sentido da visão.

Uma possibilidade de trabalho “paralelo”, que visa auxiliar uma melhor compreensão do conceito de número das crianças com síndrome de Down, é com os dedos das mãos. Eles 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, eles estão sempre disponíveis, em qualquer lugar, momento ou situação. Segundo, aproveitando a memória viso-espacial, 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 7 dedos selecionados. 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 viso-espacial 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. Para isso interpretar os resultados e analisar todo o processo de aplicação das atividades foram utilizadas as teorias de imagem conceitual e organizadores genéricos de David Tall e colaboradores.

2. Fundamentação 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 a mente dele 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 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 10, ou um reconhecer 3 objetos por subitizing. Um tipo especial de unidade cognitiva é a *raiz cognitiva*. Ela é um “conceito-âncora”, ou seja, além de ser facilmente entendida pelo indivíduo, tem a capacidade de ser a base para o desenvolvimento de um conceito. Por exemplo, o procedimento de contagem até 5 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 5 elementos bem formado, e a partir desta raiz cognitiva o estudante tem a possibilidade de relacionar a contagem até 5 à quantidades até 5 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 este ambiente como um *organizador genérico*, e este 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.

Este trabalho concentrou-se em dois ambientes de aprendizagem, sendo que o primeiro estimula o participante a criar uma estratégia de seleção de x elementos, que se referencia ao teste fundamental de quantificação, e o segundo ambiente se propõe a organizar, na imagem conceitual, a sequência numérica padrão, que é um dos principais erros cometidos pelos indivíduos com síndrome de Down. O primeiro organizador genérico, também denominado neste trabalho como *atividade fundamental de quantificação*, foi inspirado no *teste fundamental*. Ele solicita que o aluno selecione uma quantidade x de objetos e os coloque dentro de uma região delimitada. Após a seleção, o aluno deve dizer se sua seleção está concluída, e então ele irá conferir com um “gabarito”, no caso, uma das formas numéricas do Numicon. Por exemplo, o número solicitado é 5. A forma {5} do Numicon é colocada à direita do participante, a região delimitada à sua frente e à sua esquerda é disponibilizado vários pinos. A forma {5} do Numicon é um exemplo de número 5. O aluno manipula os pinos utilizando alguma estratégia para selecionar outro exemplo de número 5, no caso, 5 pinos, e os coloca na área delimitada. Quando ele 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 5, e, portanto fica registrado que a estratégia que ele adotou deve ser modificada até encontrar sucesso. Cada participante desta pesquisa adotou uma estratégia, e cada uma delas foi considerada uma raiz cognitiva, que neste trabalho pode ter sido o procedimento da contagem, o procedimento subitizing e o procedimento da correspondência um-a-um.

O segundo organizador genérico, ou *atividade significativa da sequência padrão dos números naturais*, se destina àqueles participantes que têm dificuldades com o princípio da ordem estável, ou seja, em pronunciar a sequência numérica padrão de forma correta. Esse fato influencia diretamente no procedimento de contagem, e muitos indivíduos com síndrome de Down têm problemas com a memorização desta sequência. Este organizador fornece uma visão geral da sequência numérica convencional, e dá significado concreto ao ato da contagem. O participante é convidado a ordenar os numerais impressos em cartões, e em seguida apresenta-se 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. E isso acontece, pois muitas vezes os participantes tinham o costume de recomeçar a contagem do 1 sempre que inseriam um novo cartão numerado na sequência crescente. E quando inseriam as formas numéricas do Numicon, eles começavam a perceber que havia um crescimento da esquerda para a direita, e muitas vezes percebiam quando haviam cometido algum erro. A parte concreta deste organizador começa quando o pesquisador coloca pinos um de cada vez nos dedos dos participantes, primeiramente em uma das mãos e depois nos dedos da outra, e questiona quantos pinos possui nas mãos e quanto terá se colocar/retirar um pino de outro dedo. Com isso, os alunos trabalham a representação de números acima de 5, e mais, eles trabalham a ideia de sucesso/antecessor de um número associado à ação de inserir/retirar um elemento do conjunto. E a raiz cognitiva é justamente a sequência numérica de cada participante, porque é algo familiar deles e, a partir dela, pode-se iniciar o desenvolvimento de um novo conceito (uma sequência numérica significativa). Quando a sequência montada pelos participantes está pronta à frente deles, ela também tem a função de auxiliar a deficiência de memorização.

3. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho é a chamada *design experiments* desenvolvida por Paul Cobb e colaboradores (COBB et al., 2003). 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. Dentre 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.

Os participantes analisados neste trabalho são três alunos da APAE-RIO com idades 12, 14 e 19 anos, determinados respectivamente por (A12), (R14) e (B19). As atividades são os pré-testes, baseados na revisão da literatura com relação à contagem e 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 dos participantes.

Segundo Tall *et al.* (1981, 1989) a ampliação da imagem conceitual pode auxiliar na compreensão e 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 viso-espacial. Os materiais multissensoriais são: as formas numéricas do Numicon, os pinos que se encaixam nas formas numéricas, cartões numerados de 1 a 10, uma faixa numerada de 0 a 10 em ordem crescente, um barbante vermelho, um tabuleiro 10x10 onde se encaixam as formas numéricas e os dedos das mãos. O Numicon é um material desenvolvido na Inglaterra composto por formas numéricas coloridas, pinos coloridos, cartões numerados, propostas de atividades, etc. (www.numicon.com). As formas numéricas são placas retangulares de plástico duro que representam números de 1 a 10 pela quantidade de furos. Estes estão dispostos de 2 em 2 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 1 a 10 como um todo, é possível “sentir” os números nos dedos levantados das mãos, e por isso, associar as representações numéricas às quantidade de dedos levantados pode auxiliar muito na ampliação da imagem conceitual dos participantes.

4. Questões de Pesquisa

O objetivo principal deste trabalho foi analisar a influência dos organizadores genéricos na aquisição do conceito de número relacionado à quantidades até 10, antes do contato com organizadores genéricos, e durante a aplicação destes, e 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 serem considerados 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 deste 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, esta 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.

5. Principais 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 4 objetos. Sempre que solicitado um número de pinos ou cubinhos acima de 4, ela pegava um punhado sem contagem e entregava ao pesquisador, apesar de algumas vezes contar corretamente objetos fixos e soltos até 10 elementos.

Ao ser apresentada ao primeiro organizador genérico, a participante iniciou sua estratégia de seleção de 3 e 4 pinos sem contagem, aparentemente tentando dispor os pinos no formato das peças numéricas {3} e {4} do Numicon com sucesso, porém não conseguiu com 5 objetos. Neste último caso, ela havia selecionado 4 pinos sem contagem, e no momento da conferência, sobrou um furo sem pino. Depois disso, ela criou duas estratégias para solucionar a situação: primeiro ela pegou os 4 pinos com uma mão e os levou para dentro do saco que continha outros pinos, e, sem soltá-los, ela apanhou mais um pino para completar o furo sem pino. A segunda estratégia foi utilizar o procedimento da contagem. E nesse instante ela obteve sucesso ao selecionar corretamente 5 pinos. Porém, sua estratégia 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, e ao perceber que ainda cometia erros, ela passou a utilizar somente a contagem a partir de dentro do saco com pinos.

Durante as sessões que foram aplicadas o primeiro organizador genérico, percebeu-se que (B19) tinha muitas dificuldades em pronunciar corretamente toda a sequência numérica padrão, acarretando em erros de contagem e seleção de pinos. Isso motivou a criação do segundo organizador genérico. Isso é exemplo de uma das características da metodologia do *design experiments*, interação e replanejamento das atividades. A aplicação deste organizador, fez com que ela organizasse a sequência numérica, a partir de cartões numerados e soltos, e a utilização dos dedos das mãos para auxiliar nessa organização. Por exemplo, quando ela ficava em dúvida de qual seria o próximo número, recorria aos dedos levantando-os um por um até chegar no número em dúvida. Além disso, ela passou a representar números entre 6 e 10 nos dedos, algo que ela só realizava para números entre 1 e 5. 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) O <i>procedimento da contagem</i> até 10. Apesar de algumas vezes pular a palavra-número [3]; b) O reconhecimento das escritas ou símbolos numéricos até 10; c) <i>Subitizing</i> até 3 elementos; d) Representação dos números até 5, nos dedos da mão; e) Identificação dos números até 5, nos dedos da mão;	a) Identificar as 10 formas numéricas do Numicon; b) quantidades além de 4 elementos; c) relação entre o procedimento da contagem e a seleção de quantidades acima de 4; d) representar quantidades de 1 a 10 nos dedos

O participante (R14), no início das sessões, não conseguiu selecionar objetos acima de 4, apesar de contar corretamente até 6. Sua contagem para conjuntos fixos e soltos acima de 6 era comprometida por causa do princípio da ordem estável, ou seja, o participante cometia vários erros na sequência de palavras-número pronunciada, principalmente depois de [6]. Em algumas ocasiões, o participante relacionava, erroneamente, a quantidade, por exemplo 5, ao último elemento rotulado e não à totalidade dos objetos contados. A sua noção do princípio da conservação era boa, ou seja,

independente da configuração espacial dos objetos, ele respondia que a quantidade não se alterava.

Na aplicação do primeiro organizador genérico, sua primeira estratégia foi apanhar um punhado de pinos sem contagem. Para os números 1, 2, 3 e 4 ele tinha sucesso apenas por *subitizing*, sem contagem. Porém a partir do número 5, essa estratégia se mostrou inválida, e o participante a alterou utilizando-se do procedimento da contagem. Porém, como cometia frequentemente erros em sua sequência de palavras-número, o pesquisador decidiu aplicar o segundo organizador genérico em (R14).

No caso de (R14), ele se utilizou apenas da organização dos representantes numéricos: cartões numerados e as formas numéricas do Numicon. A unidade cognitiva adicionar ou retirar um elemento de um conjunto e relacionar com o sucessor ou antecessor de um número, já fazia parte da imagem conceitual de número do participante. O ato de organizar os números em ordem crescente, juntamente com as respectivas formas numéricas do Numicon, de alguma forma pode ter auxiliado o participante a organizar, em sua imagem conceitual, a sequência padrão de números. O fato é que, a partir da aplicação do segundo organizador genérico, (R14) passou a ter sucesso no primeiro organizador genérico utilizando o procedimento da contagem e recitando a sequência padrão de palavras-número com mais exatidão. A tabela 2, a seguir, explicita as unidades cognitivas de (R14) antes, durante e depois da aplicação dos dois organizadores genéricos:

Tabela 2 : Unidades cognitivas de (R14)

Antes dos organizadores genéricos	Durante e depois dos organizadores
a) O <i>procedimento da contagem</i> até 6;	a) Identificação das 10 formas numéricas do Numicon;
b) O reconhecimento das escritas ou símbolos numéricos até 10;	b) quantidades além de 5 elementos;
c) <i>Subitizing</i> até 4 elementos;	c) relação entre o procedimento da contagem e a seleção de quantidades acima de 5;
d) Representação dos números até 10, nos dedos da mão;	d) visão geral da sequência numérica padrão;
e) Identificação dos números até 10, nos dedos da mão;	e) aperfeiçoamento do procedimento da contagem com relação à sequência numérica padrão.

A participante (A12) não tinha problemas em pronunciar a sequência numérica padrão e por esse motivo não foi aplicado o segundo organizador genérico com ela, apenas o primeiro. A estudante contava objetos fixos e soltos até 10 sem dificuldades. Porém, ela

não compreendia muito bem o princípio da conservação. Além disso, ela mostrou dificuldades em selecionar quantidades acima de 2 elementos.

Durante a aplicação do primeiro organizador genérico, a participante surpreendeu o pesquisador com uma estratégia diferente do procedimento da contagem, que foi utilizado por (B19) e (R14). A estratégia adotada foi uma mistura de subitizing e a correspondência um-a-um entre os furos, da forma numérica do Numicon, e os pinos. Já, o procedimento de subitizing parecia ser “parcial”, ou seja, o que ela percebia era o agrupamento de 2 em 2 da forma numérica do Numicon, e a partir disso ela ia selecionando os pinos de 2 em 2 conforme a configuração da peça do Numicon. Mas essa seleção nem sempre dava certo e por isso ela adotou outra estratégia: a correspondência pino-furo. Porém, nas últimas sessões, ela iniciou o procedimento da contagem juntamente com a correspondência furo-pino.

(A12) não conseguiu selecionar quantidades de pinos acima de 3 sem o auxílio do Numicon, porém ela demonstrou uma evolução em suas estratégias. Primeiramente começou a selecionar quantidades de pinos com a estratégia de subitizing, sem contagem, porém quando a quantidade aumentou, não teve sucesso. O subitizing, utilizado por ela, pareceu ser “parcial”, pois ela olhava para a forma numérica do Numicon e de 2 em 2 pinos ia formando uma configuração idêntica com a peça do Numicon, mas para números maiores que 5, não teve sucesso. E, com isso, naturalmente ela se utilizou de outra estratégia: da correspondência entre três elementos: furo/pino/palavra-número, para controlar os furos já correspondidos com os pinos selecionados, juntamente com o procedimento da contagem. Apesar disso, ela não abandonou a correspondência furo-pino para ficar somente com o procedimento da contagem. Por outro lado, a participante conseguiu encontrar uma estratégia para ter sucesso na atividade de seleção de quantidades até 10 objetos, com auxílio do Numicon. O que isso sugere é que a participante possa estar em um estágio intermediário entre a correspondência furo/pino/palavra-número e o procedimento da contagem sem auxílio de material concreto, já que ela fica insegura sem a utilização do Numicon. A passagem para a utilização apenas do procedimento da contagem exige uma abstração maior, pois ela estaria apenas “confiando” na correspondência palavra-número/pino.

É possível conjecturar um paralelo entre as estratégias adotadas por (A12) e a história do desenvolvimento do conceito de número pelo Homem, já que este também iniciou a quantificação de objetos através de correspondências um-a-um, com talhos em

ossos, pedras, etc., passou pela correspondência de partes do corpo com palavras-número e finalmente chegou ao procedimento da contagem que associa uma sequência de palavras-número com objetos de um conjunto. (A12) chegou a associar um representante numérico, que é a forma numérica do Numicon, com pinos, obtendo assim a quantidade correspondente à peça do Numicon. O que se espera é que ela, em algum momento, passe a compreender que a utilização apenas do procedimento da contagem é suficiente para o sucesso de uma determinada quantidade de elementos.

Na tabela 3, a seguir, tem-se as unidades cognitivas de (A12):

Tabela 3: Unidades cognitivas de (A12)

Antes dos organizadores genéricos	Durante e depois dos organizadores
a) O <i>procedimento da contagem</i> até 10; b) O reconhecimento das escritas ou símbolos numéricos até 10; c) <i>Subitizing</i> até 2 elementos; d) Representação dos números até 5, nos dedos da mão; e) Seleção de até 4 elementos por observação.	a) quantidades além de 4 elementos com auxílio do Numicon; b) sutil relação entre o procedimento da contagem e a correspondência furo-pino.

6. Considerações finais

Este trabalho mostrou que a interação entre conceitos e procedimentos foi um caminho viável para atingir uma melhor compreensão do conceito de número. Conceitos e procedimentos foram modificados, relacionados e se 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 se tornando significativo conforme os participantes procediam com a organização dela e com o procedimento de inserir ou retirar um elemento do conjunto.

Gelman e Cohen (1988), e Cornwell (1974) 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. Este 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 refletirem 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 6 a 10 nos dedos, e o outro participante organizou sua sequência numérica a ponto de conseguir selecionar quantidades até 10, algo que não fazia antes.

Os participantes foram um presente para este trabalho. As surpresas e descobertas que eles 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 nesta 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.

Enfim, este trabalho mostrou que cada aprendiz foi único, cada um teve uma afinação com as intervenções, cada um deles criou caminhos de estratégias diferentes, cada um tinha dificuldades e habilidades diferentes, e também, cada um deles teve o seu progresso.

7. Referências

ABDELAHMEED, H. Do children with down syndrome have difficulty in counting and why?, *Internacional Journal of Special Education*, Vol 22, number 2, 2007.

BADDELEY A. Working memory: The interface between memory and cognition. *Journal of Cognitive Neuroscience* 4(3): p.281-288, 1992.

BARBOSA, H. H. J. Sentido de número na infância: uma interconexão dinâmica entre conceitos e procedimentos, *Paidéia (Ribeirão Preto)*, vol.17, no.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*, vol. 2, p. 41-48, 1997.

BAROODY, A. J. The development of adaptive expertise and flexibility: The integration of conceptual and procedural knowledge. In A. J. Baroody & A. Dowker, A. (Eds.). *The*

development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise (p. 1-33). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2003.

BRISSIAUD, R. Como as crianças aprendem a calcular, Éditions Retz, Instituto Piaget, Coleção Novos Horizontes, Lisboa, 1989.

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. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, New Jersey, 1992, cap. 2.

CAYCHO, L.; GUNN, P.; SIEGAL, M. Counting by children with Down syndrome. American Journal on mental retardation, vol. 95, No. 5, p. 575-583, 1991.

CLEMENTS, D. H. Subitizing: 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, Vol.32, No. 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, vol. 60, no 5, p. 1158-1171, 1989.

FUSON, K. C.; RICHARDS, J.; BRIARS, D. The acquisition and elaboration of the number word sequence. Children's logical and mathematical cognition, p. 33-92, New York, Springer-Verlag, 1982.

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, vol. 56, p. 1429-1436, 1985.

GELMAN R. & GALLISTEL C.R. The child's understanding of number, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1986.

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, Vol. 14, p. 269-297, 1999.

PIAGET, J. The Child's Conception of Number, Routledge & Kegan Paul LTD, Broadway House, p. 68-74 Carter Lane, London, 1969.

PIAZZA, M.; MECHELLI, A.; BUTTERWORTH, B.; PRICE, C. J. Are Subitizing and Counting Implemented as Separate or Functionally Overlapping Processes? Neuroimage , Vol. 15 (2) , p. 435 – 446, 2002.

PORTER, J. Learning to count: a difficult task? Down's Syndrome: Research and Practice, vol. 6, no 2, p. 85-94, 1999.

TALL, D.; VINNER, S. Concept Image and Concept Definition in Mathematics with particular reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, vol. 12 p. 151-169, 1981.

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 the 22rd PME-NA Conference*, 1, p. 247-254, 2000.