

UNIVERSIDADE BANDEIRANTE DE SÃO PAULO

LEO AKIO YOKOYAMA

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

DOUTORADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

*

**SÃO PAULO
2012**

UNIVERSIDADE BANDEIRANTE DE SÃO PAULO

LEO AKIO YOKOYAMA

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

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Educação Matemática da Universidade Bandeirante de São Paulo, como requisito parcial à obtenção do título de **DOUTOR EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, sob a orientação da **Prof^a. Dra. Lulu Healy (Siobhan Victoria Healy)**.

*

**SÃO PAULO
2012**

Y53a Yokoyama, Leo Akio

Uma abordagem multissensorial para o desenvolvimento do conceito de número natural em indivíduos com síndrome de Down. / Leo Akio Yokoyama. - São Paulo, 2012.

230 f.: il.; 30 cm.

Tese (Doutorado - Área de concentração; Educação Matemática Inclusiva) – Universidade Bandeirante de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática.

“Orientação: Professora Dr^a. Siobhan Victoria Healy”

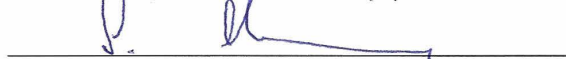
1. Educação matemática inclusiva. 2. Quantificação. 3. Síndrome de Down I. Título.

CDD: 370.15

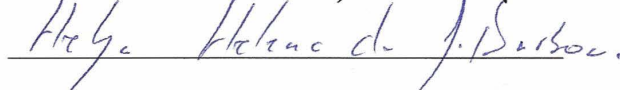
ATA DE DEFESA DE TESE
Pós-Graduando(a) Leo Akio Yokoyama

Às dez horas do dia 26 de novembro de dois mil e doze, reuniu-se na Rua: Maria Cândida, 1813, no Campus Maria Cândida, da Universidade Bandeirante de São Paulo - UNIBAN, a Comissão Examinadora assim constituída: **Profa. Dra. Siobhan Victoria Healy**, Doutora em Educação Matemática; **Profa. Dra. Heloiza Helena de Jesus Barbosa** Doutora em Educação; **Prof. Dr. Ubiratan D'Ambrósio**, Doutor em Matemática; **Prof. Dr. Carlos Eduardo Mathias Motta**, Doutor em Matemática; **Profa. Dra. Rosana Nogueira de Lima**, Doutora em Educação Matemática, para proceder ao julgamento da Defesa de Tese intitulada **“Uma abordagem multissensorial para o desenvolvimento do conceito de número natural em indivíduos com Síndrome de Down”**, apresentada pelo(a) pós-graduando(a) Leo Akio Yokoyama para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática, desta Universidade. Iniciado os trabalhos, o(a) Presidente da Comissão Examinadora **Profa. Dra. Siobhan Victoria Healy**, concedeu a palavra a(o) candidato(a) Leo Akio Yokoyama, para uma breve exposição de seu trabalho. A seguir, o(a) Sr(a). Presidente concedeu a palavra, pela ordem e sucessivamente, aos Examinadores, os quais passaram a arguir o(a) candidato(a) durante o prazo máximo de 30 minutos, assegurando igual tempo para resposta a cada examinador. Ultimada a arguição, a Comissão, em sessão secreta, passou aos trabalhos de Julgamento, tendo considerado(a) o candidato(a) APROVADO.

Profa. Dra. Siobhan Victoria Healy (Presidente-Orientadora)



Profa. Dra. Heloiza Helena de Jesus Barbosa (1º Membro Titular – Externo - UFSC)



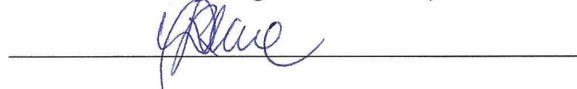
Prof. Dr. Ubiratan D'Ambrósio (2º Membro Titular – Interno – UNIBAN)



Prof. Dr. Carlos Eduardo Mathias Motta (3º Membro Titular – Externo – UFF)



Profa. Dra. Rosana Nogueira de Lima (4º Membro Titular – Interno – UNIBAN)



DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, ao meu filho
Theo, à minha esposa Cristiane, à
APAE-RIO, aos pais dos meus
alunos com síndrome de Down e
aos meus alunos especiais! Sem
eles eu não teria chegado até
aqui!*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer imensamente a todas as pessoas e instituições que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

À Capes, ao Colégio de Aplicação da UFRJ e à Universidade Bandeirante de São Paulo pelo apoio e incentivo.

À minha esposa Cristiane Yokoyama que me incentivou a galgar mais um degrau da vida acadêmica.

À minha coordenadora Tânia Campos que, incansavelmente, batalha por esta pós-graduação de excelência.

Ao professor Ruy César Pietropaolo que me indicou para minha querida orientadora Lulu.

Ao mestre de todos, Ubiratan D'Ambrósio que me incentivou antes de eu iniciar as leituras e estudos sobre síndrome de Down: "Vá conhecê-los primeiro, visite seu ambiente escolar".

Aos demais membros da banca, Carlos Eduardo Mathias Motta, Heloiza Helena de Jesus Barbosa e Rosana Nogueira de Lima pelas valiosas contribuições para a melhoria deste trabalho.

E claro, à minha espetacular orientadora Lulu Healy que me propôs este instigante desafio, que aprendeu junto comigo, que me mostrou o "caminho das pedras" e que teve uma dedicação essencial para minha formação como doutor.

*Nessas curvas Sinuosas da letra “S”, um Sonho, uma
Surpresa*

Sorria. Que Sorte!

Porém Só esta não basta. É preciso maiS e maiS

Algo tão Simples, Sutil,

Subtraído, Sacrificado.

O Saber, que Susto, fora Subestimado

Mas agora há Serenidade e Sabedoria

*Nosso BraSil, é com “S”, de Solidariedade. E essa
Salada de Sabores, que deu em um Samba
Sincopado: Matemática e a Síndrome.*

Vai deixar Saudade.

E uma Semente...

Leo Akio Yokoyama

RESUMO

Este estudo considera a evolução do conceito de número natural, e mais especificamente a quantificação de conjuntos discretos de até 10 elementos, por crianças e adolescentes com síndrome de Down. Um total de oito crianças e adolescentes com idades entre 5 e 19 anos, participaram do estudo, que empregou métodos associados com Design Experiments e foi dividido em duas etapas. Na primeira, o foco principal foi a elaboração de duas atividades que puderam servir como base para a construção de entendimento mais profundo de números naturais. O processo de elaboração dessas atividades levou em conta os resultados de estudos anteriores para o desenvolvimento do conceito de número e pesquisas relacionadas a alunos com síndrome de Down, com suporte teórico elaborado a partir do trabalho de David Tall e seus colegas, em especial a construção da imagem conceitual e os organizadores genéricos. Nessa perspectiva, as atividades foram projetadas para funcionar como organizadores genéricos para a imagem conceitual associada com a quantificação e tentaram envolver os participantes na construção da imagem conceitual que pudesse servir como raízes cognitivas para o conceito de número. Ainda durante a fase de projeto, versões iniciais dessas atividades foram aplicadas com os participantes, o que permitiu um ajuste fino da estrutura e aplicação dos organizadores genéricos para a segunda fase. A segunda fase da experiência envolveu uma análise pormenorizada das interações de três dos participantes. Essa análise indicou que todos os três fizeram modificações significativas com a imagem conceitual associada com o processo de quantificação, e melhoraram a sua capacidade de quantificar conjuntos discretos de objetos, mas que as porções da imagem conceitual que foram evocadas variaram de acordo com o indivíduo. Um aspecto das atividades que parecia particularmente importante para permitir que os participantes fossem além da utilização de procedimento de contagem mecanizada foi a presença de recursos multissensoriais que os participantes poderiam usar para verificar e corrigir suas próprias estratégias.

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

ABSTRACT

This study considers the development of the concept of natural number, and more specifically the quantification of discrete sets of up to 10 elements, by children and adolescents with Down syndrome. A total of eight children and adolescents whose ages ranged between 5 and 19 years, participated in the study, which employed methods associated with Design Experiments and was divided into two stages. In the first, the main focus was on the elaboration of two activities which might serve as the basis for building robust understanding of natural numbers. The process of designing these activities took into account the results of previous studies into development of the number concept and research related to learners with Down syndrome, with theoretical support drawn from the work of David Tall and his colleagues and in particular the construct of concept image and generic organizers. In this perspective, the activities were designed to function as generic organizers for concept images associated with quantification and attempted to involve the participants in constructing concept images that might serve as cognitive roots for the number concept. Still during the design stage, initial versions of these activities were applied with the participants, which enabled a fine tuning of the structure and application of the generic organizers for the second stage. The second stage of the experiment involved a detailed analysis of the interactions of three of the participants. This analysis indicated that all three made significant modifications to the concept images they associated with the process of quantification, and improved their capacity to quantify discrete sets of objects, but that the particular images that were motivated or evoked varied according to the individual. An aspect of the activities which seemed particularly important in enabling the participants to move beyond the use of mechanized counting procedure was the presence of multisensory resources which the participants could use to verify and correct their own strategies.

Keywords: Inclusive Mathematics Education, Quantification, Down Syndrome

RÉSUMÉ

Cette étude examine l'évolution du concept de nombre naturel et plus particulièrement la quantification des ensembles discrets de jusqu'à 10 éléments par des enfants et des adolescents ayant le syndrome de Down. Un total de huit enfants et adolescents âgés de 5 à 19 ans ont participé à l'étude, qui a employé des méthodes associées à "Design Experiments" et qui a été divisée en deux étapes. Dans un premier temps, l'objectif principal a été l'élaboration de deux activités qui pourraient servir de base pour construire une meilleure compréhension des nombres naturels. Le processus de développement de ces activités ont pris en compte les résultats des études antérieures pour le développement du concept de nombre et des recherches liées à des élèves ayant le syndrome de Down, avec le support théorique élaboré à partir de l'œuvre de David Tall et ses collègues, en particulier la construction de l'image conceptuelle et les organisateurs génériques. Dans cette perspective, les activités ont été conçues pour fonctionner en tant qu'organisateur générique de l'image conceptuelle associée à la quantification et ont essayé d'engager les participants dans la construction de l'image conceptuelle qui pourrait servir de racines cognitives de la notion de nombre. Au cours de la phase de développement du projet, des versions initiales de ces activités avaient été menées avec les participants, ce qui a permis un réglage fin de la structure et de l'application des organisateurs génériques. La deuxième étape de l'expérience a consisté à une analyse détaillée des interactions entre trois participants. Cette analyse a montré que tous les trois ont apporté des changements importants à l'image conceptuelle associée au processus de quantification et ont amélioré leur capacité à quantifier des ensembles discrets d'objets, mais que les parties d'image conceptuelles qui ont été évoquées variaient selon les individus. Un aspect des activités qui semblait particulièrement important pour permettre aux participants d'aller au-delà de l'utilisation de la procédure de comptage mécanisé était la présence de ressources multisensorielles que les participants pourraient utiliser pour vérifier et pour corriger leurs propres stratégies.

Mots-clés: Mathématiques éducation inclusive, quantification, syndrome de Down

Sumário

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	11
CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 – HISTÓRICO DOS ESTUDOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE NÚMERO NA CRIANÇA.....	15
2.1.1 – PRIMEIRO FOCO: SUBITIZING	15
2.1.2 – SEGUNDO FOCO: A INFLUÊNCIA DE PIAGET	17
2.1.3 – TERCEIRO FOCO: PRIMEIRO OS CONCEITOS.....	20
2.1.4 – QUARTO FOCO: PRIMEIRO OS PROCEDIMENTOS	22
2.1.5 – QUINTO FOCO: INTERAÇÃO ENTRE CONCEITOS E PROCEDIMENTOS.....	25
2.2 – O QUE É CONTAR?	28
2.3 – HABILIDADES E CONSCIENTIZAÇÃO DOS DEDOS DAS MÃOS.....	33
2.4 – MATEMÁTICA E SÍNDROME DE DOWN	36
2.5 – IMAGEM CONCEITUAL, UNIDADES COGNITIVAS E ORGANIZADOR GENÉRICO	45
2.6 – CONSIDERAÇÕES	52
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	55
3.1 – A METODOLOGIA DESIGN EXPERIMENTS	55
3.2 – RELAÇÃO DA METODOLOGIA COM A TESE	60
3.2.1 – OS ELEMENTOS DO ECOSSISTEMA DE APRENDIZAGEM.....	61
3.2.1.1 – OS PARTICIPANTES	62
3.2.1.2 – AS ATIVIDADES	62
3.2.1.3 – OS MATERIAIS E OS RECURSOS MULTISSENSORIAIS.....	64
3.2.2 – QUANTIFICAÇÃO.....	67
3.3 – DESENVOLVIMENTO DOS ORGANIZADORES GENÉRICOS	69
3.3.1 – PRIMEIRO ESTÁGIO DE PESQUISA.....	69
3.3.2 – SEGUNDO ESTÁGIO DE PESQUISA.....	86
3.3.2.1 – A Atividade Fundamental de Quantificação: 1º Organizador Genérico	88
3.3.2.2 – A Atividade Significativa da Sequência Padrão dos Números naturais: 2º Organizador Genérico	91

3.4 – CONSIDERAÇÕES	103
----------------------------------	------------

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS DADOS

4.1 – PARTICIPANTE (B19).....	104
4.1.1 – DESENVOLVIMENTO DAS SESSÕES	104
4.1.2 – DISCUSSÃO I DE (B19): ORGANIZADOR GENÉRICO I.....	140
4.1.3 – DISCUSSÃO II DE (B19): ORGANIZADOR GENÉRICO II.....	141
4.1.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS DE (B19).....	143
4.2 – PARTICIPANTE (R14).....	149
4.2.1 – DESENVOLVIMENTO DAS SESSÕES	149
4.2.2 – DISCUSSÃO I DE (R14): ORGANIZADOR GENÉRICO I.....	171
4.2.3 – DISCUSSÃO II DE (R14): ORGANIZADOR GENÉRICO II.....	173
4.2.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS DE (R14).....	174
4.3 – PARTICIPANTE (A12).....	180
4.3.1 – DESENVOLVIMENTO DAS SESSÕES	180
4.3.2 – DISCUSSÃO DE (A12)	198
4.3.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS DE (A12).....	202

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO.....

5.1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	210
5.2 – QUESTÕES DE PESQUISA	214
5.3 – PRINCIPAIS RESULTADOS.....	214
5.4 – VOLTA ÀS QUESTÕES DE PESQUISA	219
5.5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	222
REFERÊNCIAS.....	224

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Espera-se que este trabalho seja uma contribuição relevante e pioneira para Educação Matemática Brasileira, para os anos iniciais do Ensino Fundamental, para a Educação Matemática Inclusiva e principalmente para os indivíduos com alguma deficiência cognitiva.

Esta tese pretende analisar a compreensão de quantificação de 1 a 10 elementos das crianças e adolescentes com síndrome de Down e elaborar atividades que poderiam contribuir para o desenvolvimento dessa compreensão. Estas atividades estão baseadas tanto na revisão da literatura quanto na interação do pesquisador com os participantes. Por quantificação entende-se a capacidade de determinar a quantidade de elementos de um conjunto discreto qualquer.

O fato que influenciou definitivamente a escolha deste tema foi a leitura e análise do artigo “*DO CHILDREN WITH DOWN SYNDROME HAVE DIFFICULTY IN COUNTING AND WHY?*”, escrito por Hala Abdelahmeed em 2007 no *International Journal of Special Education*. Um dos fatos que chama a atenção neste artigo é que crianças e adolescentes com síndrome de Down têm dificuldades numa das primeiras habilidades matemáticas dos seres humanos que é, a princípio, acessível para a maioria das pessoas. Além disso, é um assunto que não foi ainda profundamente estudado no Brasil. A autora do artigo descreve as dificuldades de contagem em crianças com síndrome de Down à luz das teorias mais relevantes que explicam como as crianças sem deficiências cognitivas aprendem a contar. Além disso, ela conclui que crianças com síndrome de Down se beneficiam de intervenções, e sugere algumas que podem auxiliar na melhoria do desempenho da habilidade de contagem nesses indivíduos. Como exemplos o artigo cita: atividades e jogos com dados, auxílio e suporte de adultos nas atividades de contagem (NYE, FLUCK e BUCKLEY, 2001), a importância de deixar o indivíduo errar à vontade, a relevância de se apresentar novidades como materiais e atividades, a explicação de tarefas devem ser feitas individualmente, utilizar de apresentações visuais e não apenas auditivas. Assim, este trabalho pretende investigar sistematicamente o impacto das intervenções com estes objetivos.

No capítulo 2 será apresentada uma revisão da literatura sobre o ensino, aprendizagem e aquisição do conceito de número e contagem. Os primeiros

resultados obtidos por Jean Piaget, a polarização de dois grupos: os que acreditavam que os conceitos eram inatos e outro grupo que acreditava que os procedimentos surgiam antes dos conceitos; e as mais recentes pesquisas que apontam para uma interação entre conceitos e procedimentos para a aquisição do conceito de número. Além deste assunto, estão expostas neste capítulo as poucas pesquisas que envolvem matemática e síndrome de Down. Serão apresentadas as dificuldades desses indivíduos com relação à memória verbal de curto prazo que prejudicam a aquisição de novas palavras e consequentemente afetam o procedimento da contagem. Por outro lado, os recursos multissensoriais podem auxiliar na aquisição de novas habilidades, pois os indivíduos com síndrome de Down não têm deficiência na sua memória viso-espacial. No mesmo capítulo será explicitada a fundamentação teórica de David Tall e colaboradores que dará sustentação para às atividades propostas que serão descritas no capítulo 3. Em particular, introduzirá a noção de *imagem conceitual* de um indivíduo, que é a coleção de todas as sensações e pensamentos que vêm para o indivíduo quando lhe é estimulado a pensar sobre um determinado conceito, e que pode ser modificada e ampliada de forma a auxiliar o indivíduo a compreender melhor o conceito em questão. Para evocar tal imagem conceitual é necessário um ambiente de aprendizagem, um “ecossistema” de aprendizagem, ou um micromundo, que foi definido pelos autores por *organizador genérico*.

No capítulo 3 há a apresentação da metodologia de *design experiments*, juntamente com a descrição de como esta metodologia foi aplicada no presente trabalho, os participantes desta pesquisa e os materiais multissensoriais utilizados. Os participantes foram um total de 8 crianças e adolescentes com síndrome de Down, dos quais 3 foram analisados em detalhes no capítulo 4. O capítulo 3, ainda, apresenta de que maneira os outros alunos, a maioria crianças entre 5 e 7 anos, colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho, e justifica porque não fizeram parte do estudo mais aprofundado. Esta metodologia de pesquisa tem como principais características a interação entre pesquisador-estudante, a intervenção e o desenvolvimento de explicações teóricas – ou “mini-teorias” – dos processos de aprendizagem associados a estas interações. Tem um lado bastante pragmático, pois pretende que essas mini teorias sejam aplicáveis em contextos de aprendizagem. No caso deste trabalho, foram criadas duas atividades, ou

organizadores genéricos, que pretendem auxiliar os indivíduos com síndrome de Down a compreender melhor o conceito de número com relação à quantidade.

O capítulo 4 descreve todas as sessões com 3 participantes desta pesquisa e analisa de que forma as atividades influenciaram nas mudanças de atitude com relação ao conceito de número. A participante (B19) era uma adolescente de 19 anos na época da coleta de dados. Ela, juntamente com o participante (R14) de 14 anos e a participante (A12) de 12, compuseram o grupo de estudantes analisados mais profundamente. Cada um deles tinha suas características próprias, suas dificuldades, suas limitações, suas habilidades, e cada um traçou um caminho diferente na busca de um melhor entendimento do conceito de número e todos tiveram seu progresso.

O capítulo 5 encerra este trabalho com um resumo de toda a tese, os principais objetivos, as questões de pesquisa, os resultados obtidos, as respostas às questões de pesquisa e as considerações finais.

CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será abordada, na primeira parte, um histórico do desenvolvimento de estudos sobre quantificação, as pesquisas que abordam a temática da aprendizagem da Matemática pelas crianças com síndrome de Down e investigações sobre a utilização dos dedos das mãos como um auxílio para a contagem. Na segunda parte desta revisão, tem-se a *fundamentação teórica*, com a teoria de David Tall e colaboradores (1981, 1989, 2000).

O termo *quantificação* é utilizado na *lógica*, na *matemática*, na *ciência* e na *linguagem natural*. Os *quantificadores* são elementos que representam as quantificações. Por exemplo, na linguagem natural os termos *todo*, *algum*, *nenhum*, *muitos*, *a maioria*, expressam ideias de quantificação. Na matemática e nas ciências a *quantificação* se designa a traduzir, em números, quantidades. Estas podem ser medidas ou contadas, e geralmente as que podem ser medidas pertencem a *conjuntos contínuos* e as contadas a *conjuntos discretos*. Por exemplo, medir a força gravitacional de um planeta, medir o volume de água de um recipiente, medir a energia liberada de uma explosão, medir distâncias, referem-se a conjuntos contínuos, e contar todas as possibilidades de jogar na loteria, contar dinheiro, contar o tempo, referem-se a conjuntos discretos.

Para o presente trabalho, o significado de *quantificação* será o ato de determinar a quantidade de elementos de um conjunto discreto, sem ser considerada a quantificação para conjuntos contínuos. Segundo Nacarato (2000), existem três processos para se quantificar um conjunto discreto: (a) *contagem*; (b) *subitizing*; (c) *estimativa*. Nesta pesquisa apenas os dois primeiros serão abordados.

Existem poucos trabalhos que envolvem *matemática e pessoas com síndrome de Down*. Os trabalhos internacionais se concentram mais nos Estados Unidos e Inglaterra, mas há também trabalhos no Egito e Espanha. No Brasil praticamente não há pesquisas sobre o assunto. Estas pesquisas serão mais bem detalhadas ao longo deste capítulo.

Serão descritas as principais dificuldades que crianças com síndrome de Down têm em quantificar e as possíveis razões para tais dificuldades. Em sequência, a importância da utilização dos *dedos das mãos* como um recurso que está ao alcance da maioria das pessoas, e talvez seja o primeiro instrumento para

contagem e cálculos simples, será considerado. E por fim, para interligar os assuntos anteriores, a teoria de *Imagem Conceitual, Unidades Cognitivas, Raízes Cognitivas e Organizador Genérico*, desenvolvida por David Tall e colaboradores, fecha o capítulo juntamente com as considerações finais.

2.1 – HISTÓRICO DOS ESTUDOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE NÚMERO NA CRIANÇA

O conceito de número na criança é um dos principais assuntos que despertado o interesse de muitos pesquisadores, desde o final do século XIX até os dias de hoje. Historicamente, os estudos do desenvolvimento do conceito de número na criança, segundo Clements e Sarama (2009), são divididos em fases. Na primeira fase, pensadores como Dewey (1898), Douglass (1925) e Freeman (1912) iniciaram seus estudos com os processos de quantificação, *subitizing* e *contagem*, e a relação entre eles. A figura central na segunda fase era Piaget (1952), que influenciou diversos pesquisadores, contrários e favoráveis a suas teorias. A terceira fase é marcada pelos opositores de Piaget, os chamados inatistas ou nativistas liderados por Gelman e Gallistel (1978). A quarta fase, dos que não concordavam com as ideias nativistas (Fuson, 1982, 1983, 1985), levou às pesquisas da quinta e atual fase: dos pesquisadores que optaram por conciliar as ideias polarizadas dos estudos anteriores (WYNN, 1990; BARRODY, 2003; MIX, 1999, 2002; BARBOSA, 2007).

Como as fases descritas por Clements e Sarama (2009) não são sequenciais e não têm delimitações temporais, e sim uma grande interseção entre elas, neste trabalho dar-se-á preferência para a descrição dos diversos focos ou pontos de vistas das pesquisas envolvidas.

2.1.1 – PRIMEIRO FOCO: Subitizing

O primeiro foco que será descrito é referente aos estudos sobre o processo de quantificação chamado *subitizing*. Segundo Mandler e Shebo (1982), o termo *subitizing* foi mencionado pela primeira vez em 1949 no artigo “*The discrimination of visual number*” de Kaufman, Lord, Reese e Volkmann, no qual os autores definem o

processo como sendo um meio rápido, seguro e preciso de se obter a numerosidade de um conjunto até 6 elementos. Eles concluíram que, pelo tempo de reação, há três processos diferentes: (a) determinar conjuntos de 1 a 3 objetos é rápido e preciso; (b) respostas para conjuntos de 4 a 7 são baseadas em contagem mental; (c) acima de 7 elementos não é possível realizar uma contagem mental e as respostas são estimativas. Porém, se até 10 objetos estão arrumados em determinada configuração espacial, chamada de padrão canônico (Fig. 1), o tempo de reação para determinar a quantidade diminui drasticamente. Os participantes, adultos, não sabiam de antemão que apareceriam pontos que estavam em padrões canônicos, mesmo assim seus desempenhos foram muito superiores em relação à performance com pontos dispostos aleatoriamente. Não houve diferença significativa para os conjuntos de 1 a 3, estando os pontos nos padrões canônicos ou aleatoriamente, mas para os padrões 4 e 5 o tempo de resposta foi idêntica ao tempo para conjuntos de 1 a 3 elementos.

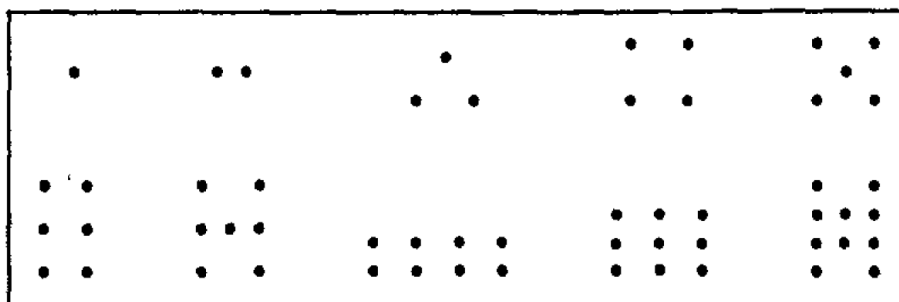


Figura 1: Os 10 padrões canônicos usados nos testes

Clements (1999) diz que *subitizing* significa “visualizar uma quantidade instantaneamente” e deriva da palavra latina “subitamente”. Portanto *subitizing* é a capacidade de quantificar um conjunto discreto subitamente, sem utilizar um processo de contagem. Para alguns estudiosos do início do século XX, a contagem não implicava necessariamente que o indivíduo realmente compreendesse o significado do número obtido. Já no *subitizing* sim, por isso acreditavam que este seria um pré-requisito para a contagem. Outra evidência a favor deste argumento é descrito em Starkey e Cooper (1980), que constataram que bebês de 16 a 30 semanas de vida conseguiam discriminar pequenas quantidades de 1, 2 ou 3 objetos. Porém isso não ocorreu com um número de elementos acima de 4. Eles

concluíram que o processo de *subitizing* é anterior ao processo de contagem e, além disso, ele é inato nos seres humanos.

Clements (1999) ainda faz a distinção de dois processos de *subitizing*: (a) *Subitizing perceptivo*: é a identificação da cardinalidade de um conjunto sem utilizar nenhum outro processo matemático. Por exemplo, as crianças “veem 3” objetos sem utilizar conhecimento matemático prévio. (b) *Subitizing conceitual*: é a determinação da cardinalidade de um determinado conjunto utilizando conceitos matemáticos anteriores. Por exemplo, no dominó com 9 pontos, há uma parte com 6 pontos e outra com 3 pontos. Pessoas que já reconhecem o 6, o 3 e sabem que $6 + 3 = 9$, incorporam essa configuração e já não precisam realizar o processo de contagem para determinar esta quantidade. O que torna configurações espaciais, acima de 3, mais ou menos fáceis de serem identificadas são a forma com que os objetos estão arranjados. As formas retangulares são mais fáceis que as lineares, seguidas das formas circulares e por fim as formas aleatórias. Mas para as crianças muito jovens da pré-escola, o *subitizing conceitual* não é trivial, uma vez que as mesmas não têm muitas experiências com números. Tendem a contar de um em um, talvez porque o processo de contagem é mais difundido, no ensino de números, que *subitizing*. Além disso, segundo o autor, alguns livros didáticos dos anos iniciais não apresentam configurações de objetos que tenham essa preocupação. Por exemplo, uma figura com pássaros enfileirados numa linha incentiva mais o processo de contagem que de *subitizing*. Clements termina concluindo que o processo de *subitizing* é uma importante e fundamental habilidade matemática que possibilita uma melhor compreensão do conceito de número, pois trabalha ideias de conservação e compensação, aprimora o processo de adição contando a partir de um número conhecido (counting on), composição e decomposição de números e o sistema de numeração decimal.

2.1.2 – SEGUNDO FOCO: A influência de Piaget

O segundo foco é marcado pelos trabalhos de Jean Piaget, que surgem de uma forma tão influente a ponto de redirecionar os estudos anteriores, principalmente focando o processo de contagem relacionado às operações lógicas.

Piaget (1952, p. viii) lança uma hipótese de que o desenvolvimento da construção do conceito de número segue lado a lado com o desenvolvimento do raciocínio lógico, assim como o período pré-numérico corresponde ao mesmo período pré-lógico.

Nossa hipótese é que a construção dos números anda lado a lado com o desenvolvimento da lógica, e que o período pré-numérico corresponde ao período pré-lógico. Nossos resultados mostram que número é organizado, estágio após estágio, em uma conexão próxima da elaboração gradual de sistemas de inclusão (hierarquia e classes lógicas) e sistemas de relações assimétricas (seriação qualitativa), as sequências de números resulta então de uma síntese operacional de classificação e seriação. Em nosso ponto de vista, operações de lógica e aritmética, portanto, constituem um sistema único que é psicologicamente natural, o segundo resultante da generalização e fusão do primeiro, sob as duas categorias complementares de inclusão de classes e seriação das relações [...]. Quando a criança aplica este sistema operacional para conjuntos que são definidos pelas qualidades de seus elementos, ela é compelida a considerar as classes separadamente (que dependem da equivalência qualitativa dos elementos) e relações assimétricas (que expressam as diferenças seriais). Daí o dualismo da lógica de classes e da lógica das relações assimétricas. (PIAGET & SZEMINSKA, 1952, p. viii, tradução nossa).

Essa correspondência está descrita no quadro abaixo:

Quadro 1: Correspondência entre a construção do conceito de número e o desenvolvimento da lógica

Período Pré-numérico	Período Pré-lógico
<i>Sistemas de Inclusão:</i> O 2 está incluso no 3.	<i>Hierarquia das classes lógicas:</i> Num desenho há 6 rosas e 2 margaridas. Pergunta-se: Há mais rosas ou mais flores?
<i>Sistema de Relações Assimétricas</i> Saber que: 1<2; 4<6; 7>5;	<i>Seriações Qualitativas</i> Depende de equivalências qualitativas dos elementos. Por exemplo, em barrinhas de mesma espessura e comprimentos diferentes, saber qual

etc.	delas é maior ou menor.
Sequências de Números: 1, 2, 3, 4, ...	Síntese operacional de classificação e seriação.

Para Piaget (1952), o raciocínio aritmético, o conceito de número e contagem são resultados da generalização e fusão das operações lógicas. Não seria possível entender o processo de contagem sem entender que o 3 está incluso no 4, ou o 4 inclui o 3. Além disso, a noção de sequenciamento também sustenta a contagem, pois é preciso corresponder as palavras-número, em sequência correta, à sequência de objetos criada pelo indivíduo. Esse procedimento só é válido se cada objeto for contado apenas uma vez. Tal procedimento não é trivial para algumas crianças.

O *Princípio da conservação* postulado por Piaget é a propriedade que um conjunto discreto tem, de não alterar sua cardinalidade, ou a quantidade de seus elementos, independente de mudanças em sua configuração espacial.

Segundo Piaget (1952) entender o “*Princípio da conservação é uma condição necessária para todas as atividades racionais*” (p. 3), e o pensamento aritmético estaria incluído nelas. “*Um número só é inteligível se mantém idêntico a si mesmo, independentemente da distribuição das unidades que o compõem*” (p. 3). Dado um determinado conjunto não vazio, permutando seus objetos de lugar ele continua tendo a mesma cardinalidade. Para Piaget, a criança só conseguirá quantificar um conjunto se ela for capaz de entender conjuntos que são conservados. Por exemplo, em seu clássico experimento com crianças entre 4 e 5 anos, eram apresentadas duas fileiras de 4 bolinhas cada em correspondência um-a-um. Ao serem questionadas sobre a quantidade de bolinhas, as crianças respondiam que havia o mesmo número de bolinhas nas duas fileiras. Então o pesquisador aumentava o tamanho de uma das fileiras aumentando o espaçamento entre as bolinhas. Neste caso a maioria das crianças respondiam que havia mais bolinhas na fileira maior. Piaget concluiu que as respostas das crianças eram baseadas na aparência do tamanho da fileira e não no entendimento do conceito de número.

Portanto, para Piaget, sem as estruturas pré-lógicas as crianças não seriam capazes de entender o procedimento da contagem para resultar na quantidade de elementos de um conjunto discreto.

2.1.3 – TERCEIRO FOCO: Primeiro os conceitos

Outro ponto de vista sobre a apropriação do conceito de número é marcado pelos críticos à teoria de Piaget e, em particular, pelas considerações sobre os *Princípios da contagem* de Gelman e Gallistel (1978). As críticas à Piaget eram principalmente com relação à maneira que os testes foram conduzidos com as crianças e à hipótese de que o entendimento das operações lógicas era condição necessária para a compreensão da quantificação dos elementos de um conjunto qualquer por meio da contagem. Por este motivo, o foco investigativo na contagem se tornou mais intenso.

Mehler e Bever (1967), por exemplo, refizeram o experimento das fileiras de Piaget, com algumas modificações. Submeteram-se ao experimento crianças ainda menores, de 2 anos e 4 meses a 4 anos e 7 meses, e o material utilizado foi bolinhas de argila e bolinhas de chocolate da marca M&M. Primeiramente apresentava-se duas fileiras com 4 elementos cada, e era perguntado se a quantidade era a mesma (Fig. 2a). Logo em seguida, diminuía-se o espaçamento entre os elementos de uma das fileiras acrescentando mais 2 elementos (Fig. 2b).

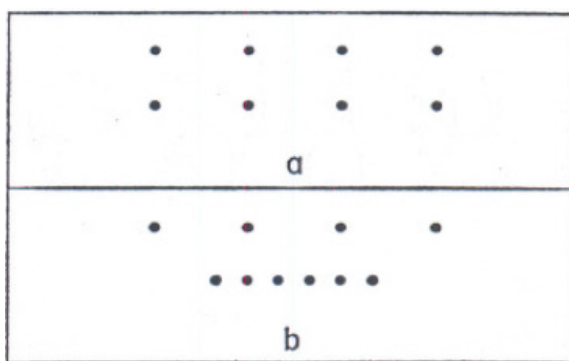


Figura 2: (a) mesmo espaçamento; (b) espaçamento e quantidades diferentes

A pergunta feita às crianças, no caso das bolinhas de argila, foi a mesma feita por Piaget: “Qual fileira têm mais bolinhas?”. E no caso dos chocolates, a instrução era: “Escolha a fileira que você quer comer, e coma todos os M&M’s desta fileira”. O resultado foi que a grande maioria das crianças preferiu a fileira com mais bolinhas M&M àquela mais espaçada, porém com menos bolinhas. Este resultado sugere que o experimento de Piaget não é conclusivo em relação à competência numérica das crianças e, pelo fato das crianças conseguirem escolher a fileira com mais

elementos, mostra que elas têm a capacidade que depende das estruturas lógicas das operações cognitivas (MEHLER; BEVER, 1967).

Por meio de experimentos Gelman e Gallistel (1978) mostraram que crianças entre dois anos e meio e cinco anos eram capazes de seguir os princípios de contagem que as pesquisadoras estabeleceram. Os princípios são:

- 1) *Princípio da correspondência um-a-um*: Na contagem de um conjunto discreto, associa-se uma única palavra-número a um único objeto do conjunto.

As crianças tendiam a atribuir uma única palavra-número a cada objeto.

- 2) *Princípio da ordem estável*: As palavras-número devem ter sempre a mesma ordem.

As crianças sistematicamente mantinham a mesma ordem de palavras-número, mesmo sendo esta não convencional, por exemplo: [1], [2], [4], [5]...

- 3) *Princípio da cardinalidade*: A última palavra-número pronunciada na contagem representa a cardinalidade do conjunto, ou seja, a quantidade de elementos.

Diante da pergunta “*Quantos objetos têm?*” as crianças diziam ou enfatizavam a última palavra-número.

Estes três primeiros princípios também são conhecidos como “*how-to-count principles*”, ou seja, os princípios de “como contar”, e definem o procedimento de contagem.

Os últimos dois são:

- 4) *Princípio da abstração*: Este diz que os três princípios anteriores podem ser aplicados a qualquer tipo de conjunto discreto, independente de sua natureza, seja concreto ou imaginário, som, ações.

Como as crianças se dispunham a contar objetos variados, os pesquisadores acreditavam que elas entendiam este princípio.

- 5) *Princípio da irrelevância da ordem de contagem*: Não importa a ordem que os elementos de um conjunto são associados às palavras-número, pois não influencia no resultado final deste processo.

Crianças de 3 a 5 anos começavam a contar uma fileira de objetos do meio dela, e a maioria delas teve sucesso. Em outro experimento, crianças de 3 e 4 anos observaram um boneco contando corretamente em um determinado sentido e ao contar no sentido inverso, ele errava de propósito. A maioria das crianças disse que

a contagem estava errada, sugerindo assim o entendimento, por parte delas, que apesar da ordem da contagem ser diferente, o resultado final deveria ser igual à da primeira contagem.

Os pesquisadores desta fase acreditavam que “*o conhecimento destes princípios formavam a base para a aquisição da habilidade de contagem*” (GELMAN & GALLISTEL, 1978, p. 204), ou seja, o entendimento conceitual precedia a correta execução do procedimento de contagem. E, além disso, concluíram, por meio de experimentos, que os *princípios de contagem* eram inatos nas crianças.

2.1.4 – QUARTO FOCO: Primeiro os procedimentos

O quarto foco surge das indagações de alguns pesquisadores que duvidaram deste aspecto inatista hipotetizado por Gelman e Gallistel, e mostraram por meio de outros experimentos que crianças de 3 a 5 anos cometiam erros que colocavam em dúvida essa teoria nativista. Fuson, Secada e Hall (1983), Briars e Siegler (1984), Frye e Braisby (1989) e Winn (1990) testaram estes princípios de contagem.

Por exemplo, Frye *et al.* (1989) pesquisaram sobre o entendimento do procedimento de contagem relacionado à cardinalidade de um conjunto discreto. Os experimentos mostraram que crianças de 4 anos não têm o entendimento de que a última palavra-número representa a quantidade do conjunto contado. Além disso, as crianças não conseguiram compreender que a ordem de contagem é irrelevante para o resultado desta, pois achavam que ela estava incorreta se realizada de forma aleatória. Neste estudo ainda, são analisadas três tipos de perguntas relacionadas à cardinalidade: (a) “*Quantos objetos têm aqui?*”; (b) “*Aqui tem X objetos?*”; (c) “*Me dê X objetos*”. Os resultados mostraram que para a primeira pergunta os resultados foram satisfatórios, para a segunda pergunta foram moderadamente bem, mas para a pergunta “*Me dê X objetos*”, os desempenhos foram muito abaixo do esperado. Para os autores isso significou que esta última solicitação demanda de um entendimento maior da cardinalidade que as outras duas.

Para este trabalho, a solicitação “*Me dê X elementos*” será chamada de *Teste Fundamental*, justamente porque definirá se o participante tem ou não a capacidade

desejada para o entendimento da cardinalidade. E a ação para realizá-la será definida como a ação de *selecionar X elementos*.

Winn (1990) concluiu, em um dos testes, que crianças até 3 anos e meio poderiam não entender o princípio da cardinalidade, ou seja, não relacionavam a última palavra-número com a quantidade de objetos de um conjunto. As crianças contavam um conjunto de três elementos e logo depois perguntava-se a elas quantos elementos havia. Geralmente elas recontavam ou diziam um numeral que não o último, ou então uma outra sequência de palavras-número. Além disso, Winn descobriu que uma criança, apesar de executar corretamente o procedimento da contagem de um determinado conjunto, e pronunciar, ou evidenciar, a última palavra-número depois da pergunta “*Quantos objetos há nesse conjunto?*”, poderia não ter a compreensão da cardinalidade do conjunto. O que evidencia esse fato são os outros experimentos, chamados de testes “*Me dê um número*”, as crianças deveriam dar 1, 2, 3, 5 ou 6 brinquedos a um boneco. A maioria delas apanhava um punhado destes brinquedos e entregava ao boneco sem se preocupar com a quantidade solicitada. Por exemplo, pegavam 3 objetos para a solicitação de 5. Ao serem questionadas a conferir as crianças contavam “1”, “2”, “5”, sugerindo o não entendimento da cardinalidade por parte delas.

Fuson *et al.* (1985, 1988), também concluíram que crianças até 4 anos não entendiam completamente o princípio da cardinalidade. Ao serem questionadas com a pergunta “*Quantos objetos há?*”, a maioria respondeu com a última palavra-número, porém não sabiam que esta se referia à quantidade de todo o conjunto ou ao último item do conjunto que fora contado. Uma possível explicação deste resultado é que as crianças aprenderam a responder a última palavra-número diante da pergunta “*Quantos objetos há?*”, antes de entender o conceito de cardinalidade de um conjunto. Em outro exemplo, uma criança contou um determinado conjunto de 11 elementos com a sequência “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 1, 2,” e anunciou como resposta 2 elementos.

Estes resultados colocaram, assim, o *princípio da cardinalidade* em cheque.

Segundo Fuson (1982), apud Barbosa (2007), ao longo do processo de desenvolvimento das crianças, foi mostrado que a sequência de palavras-número recitada passava por mudanças na maneira de fazê-la. Começava, por exemplo, com “*umdoistrêsquatro...*” sem pausas, e depois já com uma diferenciação [um], [dois], [três], [quatro], em seguida há a associação um-a-um com objetos sem um

significado cardinal. Com a aquisição de novas palavras-número a sequência pode se transformar em [um], [dois], [três], [seis], [cinco], [quatro], e aos poucos ela vai se aproximando da convencional. Portanto, todas essas modificações, sem o entendimento de cardinalidade, não ocorreriam se o *princípio da ordem estável* fosse inata.

Nos experimentos de contagem feitos por Fuson *et al.* (1983, 1985) as crianças acabaram cometendo vários erros que violavam o *princípio da correspondência um-a-um*: a) objetos apontados e não associados à palavras-número; b) objetos apontados que lhes foram atribuídos mais de uma palavra-número; c) objetos contados mais de uma vez; d) dizer palavras-número sem associar a nenhum objeto; e) não considerar alguns objetos, ou esquecer de contá-los.

Além destes estudos, outros pesquisadores também questionaram a hipótese inatista de Gellman e Gallistel. Por exemplo, Briars e Siegler (1984) investigaram uma situação na qual crianças, ao assistirem um bonequinho animado contando, tinham que dizer se a contagem dele estava certa ou errada (BRIARS e SIEGLER, 1984). O boneco fazia contagens não convencionais, explorando o *princípio da irrelevância da ordem*, e contagens erradas que violavam o *princípio da correspondência um-a-um*. O resultado foi que as crianças não sabiam diferenciar as contagens não convencionais, porém corretas, de contagens incorretas. Na maioria das vezes achavam que a contagem do boneco estava errada.

Com estes resultados pesquisadores sugeriram um olhar alternativo com relação à aquisição do conceito de contagem, conhecido como “*Hipótese da frequência de exposição*” (RITTLE-JOHNSON; SIEGLER, 1998). A partir da frequente observação, imitação e participação das crianças em atividades que se utilizam da contagem, de variados tipos de objetos, em arranjos diversos, em diferentes contextos, é que se proporciona a elas o aprendizado do processo de contagem, e posteriormente, um amadurecimento e entendimento do conceito de número. Desde pequenas, crianças observam vários exemplos de contagem pelos pais e pessoas que estão à sua volta, todos os dias. Segundo os autores, a capacidade de imitação dos bebês pode auxiliá-las no aprendizado do processo de contagem, e consequentemente, na aquisição de alguns dos *princípios da contagem*. Então, nesta perspectiva, a habilidade de executar procedimentos da contagem se desenvolve anteriormente ao entendimento conceitual dos princípios.

Ainda questionando as habilidades inatas dos princípios de contagem das crianças, o estudo de Mix (1999) afirma que o reconhecimento de equivalências numéricas nas crianças se desenvolve gradualmente e depende da variedade dos conjuntos envolvidos. Quando os conjuntos comparados são muito diferentes, ou heterogêneos, as crianças de 4 a 5 anos podem ter mais dificuldades em reconhecer a equivalência numérica entre os conjuntos. Diferentemente de conjuntos semelhantes, ou homogêneos, que são mais fáceis de serem comparados. Crianças com maior idade tinham um desempenho melhor que as menores. Mix conclui ainda, que a habilidade de contagem convencional é um importante fator para o reconhecimento de equivalências numéricas de conjuntos pouco semelhantes.

Até este momento, a discussão entre os pesquisadores estava polarizada. O que surge antes: os procedimentos ou os conceitos? A habilidade de contagem é guiada por princípios inatos, ou ela é adquirida por meio de interações socioculturais que a utilizam? Dois grupos distintos se formaram. Os que acreditavam em “*Primeiro os Princípios*” e os que acreditavam em “*Primeiro os Procedimentos*”. Segundo Rittle Johnson e Siegler (1998), não existem estudos que relatam que as crianças sabem os princípios da contagem, mas não realizam o procedimento da contagem corretamente, o que sugere que o aprendizado dos procedimentos de contagem vem antes do entendimento de seus princípios. Diversos outros estudiosos tentavam buscar outras soluções para resolver o dilema destas questões. Começava então a quinta fase.

Dehaene (1997) descreve muito bem a emergência dessa fase quando diz:

A verdade, que está sendo progressivamente revelada após anos de controvérsia e de dezenas de experimentos, parece estar em algum lugar entre os extremos "totalmente inatos" e "totalmente adquiridos". Alguns aspectos da contagem são dominados muito precocemente, enquanto outros parecem ser adquiridos por meio da aprendizagem e imitação. (DEHAENE, S., 1997, p. 105, tradução nossa)

2.1.5 – QUINTO FOCO: Interação entre conceitos e procedimentos

As pesquisas deste último ponto de vista sugeriram mais duas possibilidades para relacionar conceitos e procedimentos. Ou eles aconteciam *concomitantemente*,

ou um influenciaria na aquisição do outro de forma *interativa*. Porém, a primeira possibilidade foi descartada, pois, segundo os pesquisadores, um tipo de conhecimento geralmente se desenvolve antes do outro (RITTLE-JOHNSON e SIEGLER, 1998, p. 108), não sendo possível, portanto, ocorrer no mesmo instante. A segunda possibilidade sugere que o conhecimento conceitual poderia conduzir a um avanço no conhecimento procedimental, cuja aplicação poderia levar a um melhor entendimento dos conceitos, e assim por diante.

Segundo Hiebert e Lefevre (1986) apud Baroody (2003, p. 12), o conhecimento procedimental é associado à ideia de “*como fazer?*” e o conhecimento conceitual à ideia de “*por quê?*”. E eles apresentam três conclusões a respeito deste assunto:

- i) *Considerando que o conhecimento conceitual envolve um conhecimento significativo e interconectado a outros, o conhecimento procedimental pode ou não estar conectado a outro conhecimento e, portanto pode ou não ser significativo.*
- ii) *A distinção entre esses dois tipos de conhecimento pode ser difícil de perceber.*
- iii) *Relacionar o conhecimento conceitual e o procedimental pode beneficiar enormemente a aquisição e aplicação do primeiro, assim como o último.*

Baroody (2003) ainda acrescenta mais três observações sobre o assunto:

- a) *Conhecimento conceitual geralmente fundamenta inovações procedimentais.*
- b) *A competência de se adaptar a uma nova situação envolve a integração do conhecimento conceitual e procedimental.*

Ele defende a ideia de que o aumento da integração entre os conhecimentos conceitual e procedimental gera uma maior flexibilização na invenção e na aplicação das estratégias.

- c) *Conhecimento conceitual pode desempenhar tanto um papel direto ou indireto na invenção de procedimentos.*

Caminhando na mesma linha da integração e interação, Piazza, Mechelli, Butterworth e Price (2002) questionaram se os processos de *contagem* e *subitizing* são realmente dois processos diferentes ou se são funcionalmente interligados. E eles avaliaram que os dois processos não aconteciam em regiões neurais separadas, ou seja, quando indivíduos eram submetidos a testes de contagem e

testes de subitizing, a mesma região do cérebro era ativada. A maioria dos autores considera a *contagem* como um processo de seriação de objetos, lento, sujeito a erros. E *subitizing* é considerado ou um processo inato, rápido, preciso e não seriado, como um processo de reconhecimento de padrões. Ou seja, dois processos totalmente diferentes. Porém, os pesquisadores contrários à ideia de dois processos distintos defendem a posição que *subitizing* e *contagem* apenas estão em níveis diferentes de dificuldade, mas não têm naturezas distintas. Segundo Piazza *et al.* (2002) a questão, de ser ou não dois processos diferentes, separados em nível cognitivo e neurológico, ainda está em aberto. O que estes pesquisadores descobriram foi que tanto em testes de contagem, de subitizing e de reconhecimento de padrões, uma mesma região cerebral é ativada, e há um aumento nessa ativação e na extensão da área cerebral, quando o número de objetos aumenta e estão dispostos aleatoriamente.

Não há pesquisas conclusivas que apontem, por exemplo, como a aquisição do conceito de número começa, se existe algum conceito ou procedimento inatos. Ou seja, não há respostas para o questionamento “*O quê surgiu primeiro: o ovo ou a galinha?*” Esta pergunta talvez não tenha relevância para este trabalho. O fato é que a ideia de interação entre conceitos e procedimentos é a que se mostrou mais próxima deste trabalho, em que os participantes, a partir de seus conceitos e seus procedimentos prévios, desconstruíram alguns conceitos e procedimentos e construíram outros novos, sempre interagindo uns com os outros.

Enfim, essa pequena revisão histórica evidencia como os dois processos de quantificação, *contagem* e *subitizing*, veem sendo estudados e interpretados pela comunidade acadêmica, assim como a conceitualização da contagem, por meio dos princípios da contagem, e as tentativas de entendimento sobre a aquisição desta habilidade matemática e do conceito de número.

Mas afinal, o que é contar? Como isso se desenvolveu ao longo da história da humanidade e por que é um conceito abstrato? As respostas para estas perguntas podem auxiliar no desenvolvimento de atividades de contagem para crianças com síndrome de Down.

2.2 – O QUE É CONTAR?

Os estudos sobre a aquisição do conceito de número, juntamente com considerações do desenvolvimento histórico desse conceito, ajudam a entender um pouco da complexidade do procedimento de contar. *Contagem* é um dos procedimentos para se quantificar um conjunto discreto. Referente a este, Brissiaud (1989) descreve duas maneiras de se representar quantidades por contagem: (a) por uma *coleção-testemunho*, ou (b) pelos *números*.

A primeira pode ser feita de várias formas, mas essencialmente ela é feita por correspondência termo-a-termo entre os elementos de um conjunto que se quer quantificar e uma coleção que registre essa quantidade. Como exemplos, pode-se pensar nos nossos ancestrais de mais de trinta mil anos que entalhavam marcações no osso, nas paredes das grutas pré-históricas, para contabilizar a quantidade de animais abatidos (IFRAH, 1997). Os pastores alpinos e húngaros gravavam em tabuletas de madeira um traço para cada cabeça do seu rebanho. Na antiga Etiópia, os guerreiros antes de ir para o combate pegavam cada um, uma pedra e a depositavam em um recipiente. Na volta, cada um pegava uma pedra e as que sobrassem representariam a quantidade de soldados que não conseguiram voltar. Os próprios dedos das mãos também podem ser *coleções-testemunho* para representar quantidades, basta associar cada dedo a um elemento e deixar os dedos selecionados levantados.

Assim como os algarismos representam os números na forma escrita, neste trabalho a expressão *palavra-número* servirá para designar os números na forma oral, e será escrita entre colchetes. Por exemplo, a sequência numérica convencional de palavras-número poderá ser escrita de duas formas: “[um], [dois], [três], ...”, ou mais simplificada: “[1], [2], [3], ...”.

A outra forma de se representar quantidades é por meio de números. Cada número, numa sequência convencional, é colocado em correspondência um-a-um com cada um dos elementos de um determinado conjunto, e o último número mencionado representará a quantidade de objetos do conjunto em questão. Portanto, o ato de *contar* envolve necessariamente a correspondência um-a-um entre os elementos de um conjunto, que se queira quantificar, e elementos da *coleção-testemunho* ou das *palavras-número*. Por um lado o resultado da contagem

é um registro que representa a determinada quantidade, como os entalhes no osso, e por outro, é simplesmente um número, um símbolo que a representa.

No segundo caso, aquele em que se utiliza números como processo de quantificação, é necessário os *princípios da contagem* definidos por Gelman e Gallistel (1986). A utilização do procedimento de contagem, historicamente, ocorre muito tempo depois do procedimento do entalhe. Portanto, é possível conjecturar que a contagem por *números* é cognitivamente mais difícil que a contagem por *coleções-testemunho*. Naquela, além de fazer a correspondência um-a-um, é preciso memorizar uma sequência padrão de palavras-número, e saber que a última representa a cardinalidade do conjunto. Bem diferente da *coleção-testemunho* que basta a correspondência termo-a-termo.

É possível fazer uma breve comparação entre os dois procedimentos em termos dos cinco *princípios da contagem*. Em ambos os procedimentos, dois dos princípios da contagem, *abstração* e *irrelevância da ordem*, estão de certa forma presentes, ou seja, mesmo que os homens da antiguidade não usassem números, perceberam que era possível, para um mesmo tipo de registro, determinar a quantidade de ovelhas de um rebanho, homens de um exército, animais abatidos numa caça. Mesmo o fato de associar termo-a-termo entalhes e objetos já é uma demonstração de abstração relevante, que a partir daí pode-se abstrair para a representação escrita até chegar nos números como se conhece atualmente. Ifrah comenta que:

Quando se pode emparelhar, termo-a-termo, os elementos de uma primeira coleção com os de uma segunda coleção, se descola, com efeito, uma noção abstrata, inteiramente independente da natureza dos seres ou dos objetos em presença que exprime uma característica comum às duas coleções. Noutras palavras, a propriedade do emparelhamento suprime a distinção que existe entre dois conjuntos do fato da natureza de seus elementos respectivos. É em razão dessa abstração que o artifício da correspondência unidade a unidade é suscetível de desempenhar um papel importante em matéria de enumeração. [...] E é por isso que o recurso a intermediários materiais pode revelar-se de uma grande utilidade na circunstância pois fornece um certo número de *coleções-modelos* aos quais alguém pode sempre referir-se independentemente da natureza de seus constituintes. Gravando vinte entalhes, por exemplo, num bastão de osso de boi, pode-se tanto considerar vinte homens, vinte carneiros ou vinte cabras,

como vinte bisões, vinte cavalos, vinte dias, vinte peles, vinte canoas ou tantas medidas de trigo. (IFRAH, 1997, p. 24)

Em relação ao princípio da *irrelevância da ordem*, esse tipo de registro não dependia da ordem que cada elemento era selecionado. Por exemplo, não importava a ordem dos homens que pegavam as pedras. Porém o procedimento de contagem por meio de *coleções-testemunho* não se utiliza do princípio da *ordem estável*, ou seja, não é necessária uma ordem padrão de palavras para associar aos elementos, e conseqüentemente, não existe o princípio da *cardinalidade*, já que a representação da quantidade é todo o registro em si, e não uma palavra ou símbolo que a represente.

Então é possível pensar nos processos cognitivos a mais que são necessários para se realizar o procedimento da contagem por números. Eles relacionam-se com a *abstração* do conceito de número, e os princípios da *ordem estável* e da *cardinalidade*. Em relação aos dois últimos, os processos cognitivos são basicamente um fator *linguístico*, a *memorização* e a *coordenação motora*. É preciso memorizar a sequência padrão de palavras-número e fazê-las corresponder a cada objeto de um conjunto, apontando com o dedo, visualizando os que já foram contados e os que ainda faltam. E por fim, lembrar e saber que a última palavra-número mencionada representa a quantidade de elementos do conjunto.

Existe ainda a abstração do conceito de número, ligeiramente diferente do princípio da abstração de Gelman e Gallistel (1986). Associar um mesmo número, na forma escrita por extenso, na forma escrita numérica, ou oralmente, para representar quantidades iguais de objetos totalmente distintos requer um nível de abstração não trivial. Gelman e Gallistel (1986, p. 80) referem-se, ao princípio da abstração, apenas no sentido da *aplicação* dos três princípios de “como contar” (correspondência um-a-um, ordem estável e cardinalidade) a diferentes grupos de objetos. É claro que para poder utilizar desses três primeiros princípios, um indivíduo já tem a abstração do conceito de número.

O homem começa a história dos números registrando quantidades por meio de *coleções-testemunho*, entalhes em ossos ou madeiras, pedras, paus, conchas; outros povos se utilizaram dos dedos das mãos, pés, pulso, cotovelo, ombro e outras partes do corpo. Mais tarde, surge a grande ideia da escrita para representar as coleções-testemunho, e surgiram diversos símbolos para representar os

números, diversas bases numéricas, até se chegar ao sistema de numeração decimal. Todas essas formas de quantificar utilizavam o princípio básico da correspondência termo-a-termo. É interessante notar que a tendência, em várias culturas, de utilizar partes do corpo humano para quantificar poderia ser o embrião para o surgimento de uma sequência de “palavras-número”.

Por exemplo, Ifrah (1997) descreve como alguns povos quantificavam por meio de gestos corporais juntamente com as palavras associadas a esses gestos. Para dar um exemplo, uma aldeia do nordeste de Nova Guiné britânica utilizava os seguintes gestos e palavras:

Tabela 1 – Números associados aos gestos corporais e às palavras em uma aldeia do nordeste da Nova Guiné britânica

<i>Número</i>	<i>Gestos correspondentes</i>	<i>Palavras associadas a estes gestos</i>
1	Dedo mínimo da mão direita	<i>anusi</i>
2	anular da mão direita	<i>doro</i>
3	médio da mão direita	<i>doro</i>
4	indicador da mão direita	<i>doro</i>
5	polegar da mão direita	<i>ubei</i>
6	pulso da mão direita	<i>tama</i>
7	cotovelo da mão direita	<i>unubo</i>
8	ombro direito	<i>visa</i>
9	orelha direita	<i>denoro</i>
10	olho direito	<i>diti</i>
11	olho esquerdo	<i>diti</i>
12	nariz	<i>medo</i>
13	boca	<i>bee</i>
14	orelha esquerda	<i>denoro</i>
15	ombro esquerdo	<i>visa</i>
16	cotovelo da mão esquerda	<i>unubo</i>
17	pulso da mão esquerda	<i>tama</i>
18	polegar da mão esquerda	<i>ubei</i>
19	indicador da mão esquerda	<i>doro</i>
20	médio da mão esquerda	<i>doro</i>
21	anular da mão esquerda	<i>doro</i>
22	dedo mínimo da mão esquerda	<i>anusi</i>

Fonte: IFRAH, 1997, p. 28

Percebe-se que algumas das palavras são repetidas como, por exemplo, *anusi* para 1 e 22. O que vai diferenciar um número de outro é justamente os gestos que foram preestabelecidos em uma *ordem*, sem a qual haveria ambiguidade de quantidades. Ou seja, a *sequência* de gestos, criada por esse povo, é fundamental para que se consiga realizar contagem. “*Tudo isso nos incita, portanto, a pensar que, na noite dos tempos, o gesto precedeu os métodos de expressão oral dos números.*” (IFRAH, 1997, p.30). É interessante notar que para designar uma determinada quantidade não bastava falar uma única palavra, como por exemplo *diti* para 11, como fazemos, e sim era necessário seguir todos os gestos na sequência até o olho esquerdo.

A próxima e crucial etapa para a *contagem* por meio de números é a utilização de *palavras-número*, ou seja a nomenclatura para os números, pois sem ela não seria possível desenvolver esse procedimento de quantificação. Segundo Ifrah (1997):

Uma vez organizado num sistema de sucessão natural, o conjunto dos números inteiros permite fazer intervir uma nova faculdade destinada a acrescentar um papel essencial: a contagem. “Contar” os objetos de uma coleção é atribuir a cada um de seus constituintes um símbolo (isto é, uma palavra, um gesto ou ainda um sinal gráfico) correspondendo a um número pousado na sequência natural dos inteiros, começando pela unidade e procedendo na ordem até o fim dos elementos dessa coleção. Cada símbolo ou apelação assim atribuído a cada um dos objetos do conjunto em questão será chamado, então, por seu número de ordem na coleção assim transformada em procissão. O número de ordem do último objeto desse agrupamento ordenado nada mais é que o número dos elementos deste último. (IFRAH, 1997, p. 39).

Pelo que se pode perceber, o ato de *contar* por meio de números, para o autor, coincide exatamente com os *princípios* “*how to count*” de Gelman e Gallistel (1986): *Correspondência um-a-um* entre objetos da coleção a ser contada e símbolos, ou o conjunto dos números naturais, $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$; *ordem estável* do sistema de sucessão natural ou sequência natural dos inteiros; e a *cardinalidade* do conjunto representada pelo número de ordem do último objeto desse agrupamento.

Independentemente se a contagem é por *coleção-testemunho* ou por *números*, o que a define é justamente a ação de corresponder os elementos de dois conjuntos.

A abstração do conceito de número reside no fato de que é necessário desconsiderar todas as outras qualidades de uma determinada coleção de objetos e focar apenas na quantidade de elementos desse conjunto. Poder-se-ia também pensar em uma abstração de cores ou formas dos objetos, ou seja, em algumas propriedades desses objetos. Mas o conceito de número parece ser mais abstrato porque, além de ignorar a natureza particular dos objetos de um conjunto, ele é uma propriedade de uma coleção de objetos, e que só pode ser observada quando se comparam duas coleções.

Baseado no desenvolvimento histórico do conceito de número e a influência dos 10 dedos das mãos no atual sistema de numeração decimal é razoável que se considere um estudo sobre a utilização dos dedos das mãos na aquisição do conceito de número. A próxima seção descreve uma possibilidade para se trabalhar com crianças com síndrome de Down. É a utilização de um “instrumento” bastante óbvio e de fácil acesso, porém um pouco negligenciado, pois não há registros de pesquisas sobre seu emprego: os dedos das mãos.

2.3 – HABILIDADES E CONSCIENTIZAÇÃO DOS DEDOS DAS MÃOS

Os dedos das mãos talvez sejam a primeira ferramenta matemática usada no auxílio da contagem e de cálculos. Segundo Ifrah (1997), historiadores relatam que povos de todo o mundo utilizavam os dedos para essa função. Segundo Brissiaud (1992) outra forma de quantificação, além do processo da contagem e do *subitizing*, é a correspondência um-a-um dos elementos de um conjunto com os dedos das mãos, e ele afirma, ainda, que sua utilização é de extrema importância para a aquisição dos conceitos numéricos ligados à numerosidade. Ele define *conjunto-símbolo de x dedos* como a quantidade de x dedos levantados, e defende a ideia de que, antes de ensinar às crianças os procedimentos da contagem (os 3 primeiros princípios da contagem de Gelman e Gallistel) deve-se ensinar a elas as palavras-números associadas à quantidade de dedos correspondente, sem necessariamente

mentonar a sequência numérica padrão. Ele mostra o exemplo com seu filho Julien de 2 anos e 11 meses, que sabia os *conjuntos-símbolo* de 1 e 2 dedos, ou seja, ele sabia reconhecer 2 dedos levantados, sabia levantar 2 dedos se solicitado e era capaz de selecionar um conjunto de 2 fichas. Para introduzir o conceito de *três*, o autor fez:

Brissiaud (mostrando três dedos levantados): “*Agora me dê isso em fichas; Você está vendo, assim, isso é três.*”;

Julien deu exatamente três fichas para ele;[...]

Brissiaud (mostrando um conjunto de três fichas): “*Mostre-me com seus dedos quantas fichas tem aqui.*”;

Julien olhou para o conjunto de fichas e então para seus dedos. Ele levantou seu polegar, seu indicador e o dedo médio da sua mão direita enquanto segurava para baixo o dedo anelar e o dedo mindinho com sua mão esquerda.

Brissiaud: Sim! Como você chama isso em fichas?

Julien não respondeu [...] (BRISSIAUD, R. 1992, p. 46-47, tradução nossa)

Nota-se que Julien não sabia o nome da quantidade do conjunto de *três* fichas, porém ele sabia como proceder o *conjunto-símbolo de três dedos* para representar a quantidade de 3 fichas sem contar os dedos. E mais, ao ver o *conjunto-símbolo de três dedos*, selecionou a quantidade de fichas correspondente, sem utilizar o procedimento da contagem. O autor ressalta a importância da representação de quantidades pelos dedos preceder o simples conhecimento das palavras-número e da sequência numérica padrão sem significado, sem associar às respectivas quantidades.

Ele argumenta que muitas crianças aprendem somente a recitar a sequência numérica com os pais, com cantigas, com outras pessoas do círculo de convivência, mas a maioria não tem consciência do significado quantitativo delas. Para Brissiaud, seu filho construiu uma genuína conceitualização de quantidade, baseado em um sistema gesticular de conjuntos-símbolo de dedos e não um sistema verbal de palavras-número. Isso ajudou Julien a avançar e generalizar para números acima de 4, e posteriormente entender o processo de contagem. Há outras evidências do entendimento de Julien sobre a cardinalidade de conjuntos. Ele fazia espontaneamente correspondências um-a-um com personagens de um desenho e seus dedos, dizendo que a quantidade de personagens era “*como isto*”, levantando a respectiva quantidade de dedos. Aos 4 anos e 8 meses, ao realizar uma contagem

de dedos, parou de repente para dizer: “*Eu nunca me lembro deste*”, referindo-se aos 7 dedos levantados. Segundo o pai, Julien por conta própria decidiu não “chutar” um outro nome à quantidade 7 pois sabia que o número que dissesse deveria representar os 7 dedos levantados. E mais, o garoto estava coordenando e controlando dois sistemas de sinais simultaneamente, o gesticular com os dedos e a sequência padrão de palavras-número, que tinham o mesmo significado.

Brissiaud (1989) ainda fala sobre uma vantagem da utilização dos dedos para iniciar a conceitualização de quantidade relacionada às palavras-número. Mais que *visualizar* a quantidade de dedos, o indivíduo *sente* a quantidade levantada, e isso influencia a aquisição do conceito de número mais que apenas observando quantidades de objetos ou ouvindo uma sequência de palavras-número.

Noël (2005) também investigou a relação entre atividades com os dedos e habilidades numéricas. Em contraste com o estudo de caso que Brissiaud conduziu com seu filho, Noël adotou uma abordagem experimental para explorar o reconhecimento tátil dos dedos, chamado de “*finger gnosis*”, no desenvolvimento de conceitos numéricos. *Gnosis* significa o reconhecimento de objetos e sensações por meio de um dos cinco sentidos, no caso o tato dos dedos. Surpreendentemente, Noël afirma que o desempenho nos testes de reconhecimento tátil dos dedos é um bom preditor das habilidades numéricas, que um aprendiz possuiria, depois de quinze meses depois dos testes. Participaram deste experimento 45 crianças de 5 a 7 anos. No teste de “*finger gnosis*” o pesquisador tocava um ou dois dedos dos participantes sem que eles vissem, e tinham que dizer quais dedos foram tocados. Quinze meses depois esses participantes foram submetidos a testes de habilidades numéricas. Aqueles que tiveram mais dificuldades em identificar os dedos tocados não tinham um desempenho matemático tão bom quanto aqueles que identificaram os dedos mais facilmente. Um exemplo interessante mostra que este grupo teve um melhor desempenho em testes de representação de dedos, em particular, um teste de contagem de dedos, dada uma certa configuração pelos pesquisadores.

Esse estudo concluiu que, para crianças de 5 a 7 anos, testes de “*finger gnosis*” poderiam identificar precocemente possíveis habilidades e inabilidades matemáticas. As justificativas desta relação, um tanto estranha à primeira vista, são duas: (a) uma visão relaciona a *localização* da região do cérebro responsável por ambas as habilidades cognitivas, e elas estão na mesma área cerebral, por isso tendem a se desenvolver de forma similar. Existe um caso de um paciente que

sofreu um dano cerebral nesta determinada região do cérebro, e a partir de então, tinha dificuldades em identificar, reconhecer e discriminar os dedos, a chamada “*finger agnosia*”, e além disso, passou a ter dificuldades com os números. (b) A segunda justificativa é a que relaciona-se com a *funcionalidade* dos dedos. Alguns exemplos: para realizar o procedimento da contagem geralmente aponta-se um dedo para os objetos contados; os dedos são utilizados para representar quantidades, e também para realizar pequenas operações de adição e subtração. Então é bem razoável que haja uma relação funcional entre os desenvolvimentos da gnose dos dedos e das habilidades numéricas.

2.4 – MATEMÁTICA E SÍNDROME DE DOWN

As crianças ditas “normais”, com “desenvolvimento típico”, ou seja, que não têm nenhum comprometimento físico, cognitivo ou psicológico, geralmente desenvolvem a habilidade de contagem, por volta dos 5 ou 6 anos de idade, por meio de suas experiências e interações sociais, brincadeiras e jogos com amigos. Em geral, as próprias circunstâncias do cotidiano já propiciam situações em que há a necessidade de contagem, e as crianças vão adquirindo esta habilidade aos poucos. Segundo Geary (1994), crianças de 2 anos se ocupam com atividades de contagem de brinquedos, de biscoitos e nas brincadeiras. Os adultos que estão em volta das crianças cantam canções com números, por exemplo: “*um, dois, três indiozinhos, quatro, cinco, seis indiozinhos...*”, contam os dedos, mudam canais de TV. Todas essas atividades influenciam de alguma maneira o entendimento do procedimento de contagem nas crianças.

Em contraste, sabe-se que as crianças com síndrome de Down, em sua maioria, têm muita dificuldade com relação a habilidades matemáticas (PORTER, 1999; NYE, BUCKLEY, BIRD, 2005), mais do que em outras áreas do conhecimento. Por exemplo, o artigo de Abdelahmeed (2007) faz um levantamento dos estudos de contagem em indivíduos com síndrome de Down e aponta os principais resultados:

- a) 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, o chamado modelo de aprendizagem associativa (GELMAN e COHEN, 1988; CORNWELL, 1974);
- b) Segundo Hanrahan e Newman (1996), a partir dos 5 anos as crianças com síndrome de Down já são capazes de aprender algumas regras básicas de contagem;
 - c) Cornwell (1974) afirmou que as crianças com síndrome de Down, quando interrompidas durante suas contagens, ou começavam novamente, ou simplesmente não completavam a contagem, paravam de contar;
 - d) Gelman e Cohen (1988), em um estudo comparativo entre crianças com síndrome de Down, de 10 a 12 anos, e crianças com desenvolvimento típico, de 4 a 5 anos, observaram que as crianças com síndrome de Down não conseguiam se beneficiar de dicas e sugestões para resolver novas situações de contagem; precisam de instruções exatas ou a apresentação de possíveis soluções, diferentemente das crianças sem deficiência intelectual, que além de se saírem melhor nos testes de contagem, conseguiam detectar alguns de seus próprios erros e aproveitar de dicas sutis.
 - e) Porter (1999) afirma que o erro mais frequente das crianças com síndrome de Down é em relação à sequência de palavras-número convencional, elas frequentemente esquecem algumas delas. E os outros erros mais frequentes eram apontar para um objeto e não associar nenhuma palavra-número, e associar mais de uma palavra-número a um mesmo objeto.
 - f) De acordo com Gelman (1982), as consequências em aprender a contar mecanicamente por repetição de exemplos é que os indivíduos não conseguem detectar erros de contagem cometidos por outros, e também não pronunciam a última palavra-número que representa a cardinalidade do conjunto. Ainda segundo a autora, a autocorreção em relação aos erros de contagem é algo muito difícil para crianças com algum retardo mental. E dão respostas incoerentes relacionadas às suas próprias contagens, como uma palavra diferente das palavras-número.
 - g) Segundo Caycho, Gunn e Siegal (1991), a maioria das crianças com síndrome de Down tem dificuldades em contagem. Porém, parece que elas têm uma compreensão implícita a respeito do princípio da correspondência um-a-um, do princípio da ordem estável, do princípio da irrelevância da ordem

e do princípio da abstração, apesar de cometer constantes erros na sequência numérica padrão.

Os erros que estão sinalizados com (SD) são cometidos frequentemente pelas crianças com síndrome de Down, e os que estão com (T) são mais cometidos pelas crianças com desenvolvimento típico (PORTER, 1999; GELMAN, 1982; ABDELAHMEED, 2007). Os erros identificados no processo de contagem (FUSON, 1988), para as crianças em geral, podem ser definidos como erros de:

- a) (SD) *sequência numérica*: Errar a sequência de palavras-número pulando-as ou voltando à alguma já recitada.
- b) (SD) *apontar sem rotular*: Apontar para um objeto mas não associar nenhuma palavra-número;
- c) (SD e T) *objetos ignorados*: Objetos não considerados na correspondência 1-1, ou seja, não receberam nenhuma palavra-número e nem foram apontados.
- d) *várias palavras para um apontamento*: Apontar para um objeto e associar mais de uma palavra-número para este, no momento do apontamento;
- e) (T) *contagem dupla I*: Contar mais de uma vez o mesmo objeto, em momentos diferentes, ou seja, um mesmo objeto recebe duas palavras-número e dois apontamentos;
- f) (SD) *contagem dupla II*: Indicar duas palavras-número para um mesmo objeto no mesmo instante do apontamento.
- g) (SD e T) *entendimento da quantidade*: Quando é feita a pergunta: “*Quantos objetos temos aqui?*”, o indivíduo não repete última palavra-número e refaz o procedimento de contagem.

O erro da letra (d) é um erro possível de ser cometido, mas não tem tanta frequência em nenhum dos dois grupos.

Porter (1999) observou 16 crianças com síndrome de Down entre 7 e 13 anos. Fez testes de contagem simples e outro de detecção de erros cometidos por um boneco. Apenas uma das crianças detectou todos os erros e outras duas detectaram os erros sobre o princípio da cardinalidade. O restante não foi capaz de detectar nenhum erro. Elas tinham algum entendimento com relação à cardinalidade, ou seja, ao perguntarem “*Quantos objetos há?*”, elas responderam com a última palavra-número pronunciada. Porém elas tiveram muitas dificuldades no teste do princípio da ordem estável. Quase 50% das crianças pulavam algum número, por

exemplo: [1], [2], [4], [5], [6]. E outras três, além desse erro voltavam a contagem: [1], [2], [7], [8], [9], [6], [7], [8], [9].

Nye *et al.* (2001) fizeram um estudo comparativo entre crianças sem deficiência cognitiva entre 2 e 4 anos, e crianças com síndrome de Down entre 3 e 7 anos. Nenhum dos participantes dos dois grupos conseguiu realizar com sucesso o *teste fundamental* para quantidades acima de 3 objetos. Apenas 2 das 14 crianças com síndrome de Down, e 7 das 20 sem deficiência intelectual, conseguiram, por *subitizing*, selecionar até 3 objetos. Outra diferença significativa é com relação às palavras-número, tanto no que diz respeito à sequência numérica convencional, quanto à quantidade de vocábulos numéricos. Em geral, as crianças sem deficiência cognitiva recitavam a sequência numérica com menos erros, e atingiam um maior número de palavras-número, consequentemente conseguiam contar um maior número de objetos. Ambos os grupos tiveram melhor desempenho quando estavam acompanhados pelos pais ou responsáveis. Segundo os autores, as crianças com síndrome de Down desta faixa etária, apesar de conseguirem realizar o procedimento da contagem, não tinham um entendimento conceitual da cardinalidade acima de 3.

Bashash, Outhred e Bochner (2003) estudaram 30 crianças e adolescentes entre 7 e 18 anos, dentre eles 13 com síndrome de Down e o restante com alguma deficiência intelectual. Esses estudantes eram oriundos de uma escola especializada para crianças com deficiência intelectual, na Austrália, e faziam parte de um programa individualizado de Matemática (contagem, correspondência, reconhecimento de número, fazer conjuntos de uma determinada quantidade), que durava cerca de 30 minutos por dia. Esse programa foi desenvolvido pelos professores da própria escola e existia há 10 anos. Os alunos foram divididos em três grupos etários, os mais jovens (7 a 11 anos), os medianos (12 a 15 anos) e os mais velhos (16 a 18 anos). As sessões duravam em média 30 minutos. A pesquisa revelou que há diferenças significativas com relação às habilidades numéricas e conceito de número entre os três grupos etários. Os medianos e os mais velhos tiveram desempenho semelhante, e bem superior em comparação aos mais novos. E além disso, quanto menor o número de objetos envolvidos no teste melhor eram os resultados, e vice-versa. Os números trabalhados foram de 1 a 15.

Os autores afirmam em seu artigo, a partir do desempenho de alguns de seus participantes na pesquisa em questão, que indivíduos inseridos em programas

Trainable Mentally Retarded (TMR), de *treinamento* para estudantes com *retardo mental* são capazes de descobrir princípios matemáticos básicos para utilizá-los em estratégias mais eficientes em contagem, por exemplo, para fazer o próximo conjunto de “N” a partir do número já conhecido (counting-on), ao invés de contar todos os elementos do novo conjunto (counting-all).

No artigo de Abdelahmeed (2007) há uma crítica a esse estudo de *Bashash et al.* (2003) dizendo que os resultados apresentados estão longe da realidade, ou seja, afirmar que indivíduos com síndrome de Down têm um explícito entendimento de contagem é uma inverdade. Observa-se que o objetivo do artigo não é analisar a metodologia da escola, que parece ser bem sucedida no que se propõe a ensinar. Para um observador menos atento, a interpretação dos resultados poderia ser simplesmente que aulas individualizadas, de meia hora por dia, auxiliam os alunos a realizar, de forma competente, os mesmos testes das atividades diárias, de conceituação de números relacionados à quantificação de conjuntos discretos, já que os testes utilizados na pesquisa são muito semelhantes às atividades realizadas diariamente pelos participantes. Mas o fato é que a escola especial em questão se propôs a aplicar sua própria metodologia sobre números a seus alunos, que tiveram um desempenho superior aos participantes de outros estudos, e os pesquisadores apenas constataram que a idade e as experiências pelas quais passam os indivíduos com deficiência intelectual são de extrema relevância para a aquisição de novos conceitos. Afirmam ainda que não há diferenças significativas entre o desempenho dos participantes com deficiência intelectual e o de crianças com desenvolvimento típico com a mesma idade mental, eles passam pelos mesmos estágios cognitivos. A única diferença entre os desenvolvimentos é o tempo, sendo que a velocidade de aquisição de conhecimento para indivíduos com deficiência cognitiva é menor. E por fim, o artigo sugere que os currículos e programas educacionais deveriam enfatizar as necessidades de aprendizagem para o longo da vida dos indivíduos com deficiência intelectual.

Interpretação dos erros de aprendizes com síndrome de Down

Na seção anterior foram citados os erros mais frequentes e estudos comparativos relacionados a indivíduos com síndrome de Down e o procedimento de contagem. A seguir, serão expostas algumas justificativas que explicam os erros

cometidos pelos indivíduos com síndrome de Down e suas dificuldades acerca da contagem. Elas podem ser de ordem física, psicológica e emocional.

Abdelahmeed (2007) cita motivos psicológicos, sociais e culturais para as dificuldades em contagem das crianças com síndrome de Down. Elas geralmente, diante de uma nova situação de aprendizagem ou de tarefas muito difíceis, tentam se esquivar, fazendo brincadeiras para parar a atividade, ou iniciando sem terminá-las, ou ainda se recusando em fazê-las. Outro possível motivo é a baixa expectativa de pais e educadores em relação à capacidade de aprendizagem dos portadores de síndrome de Down. Com isso, muitos preferem propor atividades manuais, artísticas e recreativas a propor atividades que envolvam assuntos acadêmicos.

O modelo de *memória de trabalho* de Baddeley (1992) se propõe a explicar os diversos fenômenos relacionados ao desempenho da memória de curto prazo. A *Memória de trabalho* faz parte do sistema cerebral que é responsável pelo armazenamento de informações de curto prazo e o processamento e a manipulação de todas as informações disponíveis que são necessárias para funções cognitivas complexas, como compreensão da linguagem, raciocínio e aprendizagem. A memória de trabalho se subdivide em três partes: (a) o *executivo central*, que é um sistema de atenção e controle, usado, por exemplo, para jogos de raciocínio, e outros dois sistemas subordinados a este; (b) a memória de curto prazo *viso-espacial*, também chamada de *bloco de notas viso-espacial*, responsável pela manipulação de imagens; (c) e a memória de curto prazo *verbal*, ou *alça fonológica*, que processa as informações ligadas à audição e fala, por exemplo, aquisição de vocabulário da língua nativa ou da segunda língua. Uma característica importante do modelo é a distinção destes dois últimos sistemas, ou seja, o setor responsável pelas informações viso-espaciais é independente do setor que processa as informações verbais (JARROLD e BADDELEY, 2001). Há três evidências para este fato: a primeira diz respeito a testes que influenciam um dos aspectos e têm pouca ou nenhuma influência sobre o outro. Segunda evidência é que em análises neurológicas de padrão cerebral detectaram-se atividades em locais distintos do cérebro quando associadas a tarefas de memória de curto prazo verbal e viso-espacial. E por fim, há casos de pacientes adultos que sofreram danos cerebrais e passaram a ter uma deficiência maior em um dos aspectos e não no outro.

Segundo Jarrold e Baddeley (2001), as pessoas com síndrome de Down têm um déficit na memória de curto prazo, especialmente a memória *verbal* de curto

prazo, em contraste à memória *viso-espacial*. A memória de curto prazo é responsável por manter informações por um curto período de tempo, e os testes que a avaliam, basicamente aumentam gradativamente o número de informações para descobrir o máximo que um indivíduo consegue armazenar. Essas informações podem ser recebidas de diversas formas, como pela audição (verbal) ou pela visão (viso-espacial). Os autores dizem que, apesar dos indivíduos com síndrome de Down terem dificuldades de audição e na articulação da fala, estes não são fatores que causam problemas na memória de curto prazo. Existe um problema específico da memória verbal dos indivíduos com síndrome de Down que prejudica vários aspectos cognitivos, por exemplo, em memorizar novas palavras, incluindo as palavras-número. As crianças com desenvolvimento típico têm uma velocidade na aquisição da capacidade de memória de curto prazo maior que as crianças com síndrome de Down. Estudos mostraram que apenas a memória *verbal* de curto prazo é comprometida em pessoas afetadas pela síndrome, e a memória *viso-espacial* de curto prazo é relativamente intacta (JARROLD e BADDELEY, 2001). Pesquisas descobriram que o funcionamento da memória verbal de curto prazo relaciona-se com a aprendizagem de novas palavras, e como foi mostrado que indivíduos com síndrome de Down possuem um déficit na memória verbal de curto prazo, uma possível consequência é a dificuldade na aquisição de vocabulário.

Outros estudos mostraram que existe uma estreita relação entre memória de trabalho e habilidades matemáticas. Keller e Swanson (2001) pesquisaram crianças com e sem dificuldades em Matemática. Mostraram que crianças que tinham uma memória de trabalho pouco eficiente tinham dificuldades em Matemática. E considerando a recíproca, as crianças que eram pouco habilidosas em Matemática tinham problemas com a memória de trabalho. Wilson e Swanson (2001) também investigaram esse tema com participantes de várias faixas etárias. Um dos resultados diz que indivíduos sem dificuldades em Matemática tiveram melhor desempenho em atividades de memória de curto prazo verbal e viso-espacial. E o mais interessante, o desempenho das memórias de curto prazo verbal e viso-espacial, detectadas nos participantes, preveem o seu desempenho nas habilidades matemáticas. Abdelahmeed (2007) afirma que não existem muitos estudos que relacionam memória de trabalho e contagem, e muito menos com indivíduos com síndrome de Down.

Possíveis atividades

Alguns estudos investigaram a influência de determinadas atividades na melhora do desempenho da memória de trabalho e de habilidades matemáticas em crianças com síndrome de Down. Estes estudos estão descritos abaixo.

Em Comblain (1994), foram utilizadas estratégias de repetição e ensaio, de números, palavras e figuras, em crianças, adolescentes e adultos com síndrome de Down. O treinamento durou 8 semanas, 30 minutos por semana. O examinador apresentava uma figura e falava seu nome, abaixava a figura e pedia para o participante repetir o nome, se tivesse êxito o examinador mostrava novamente a figura nomeando-a e apresentava a próxima figura. O objetivo do participante era lembrar da sequência de figuras apresentadas na mesma ordem. Por exemplo: Examinador: *cachorro*; Participante: *cachorro*; Examinador: *cachorro, gato*; Participante: *cachorro, gato*. Os resultados foram bem interessantes. Logo após terminado o treinamento, os indivíduos que participaram dele tiveram um desempenho muito superior ao grupo de controle, que não teve nenhum treinamento. Após seis semanas e também após seis meses foram feitos pós-testes, que apontaram a não utilização das estratégias de ensaio e a queda significativa do desempenho da memória de trabalho em relação ao primeiro pós-teste, mas por outro lado significativamente melhor que no início do experimento.

Outro estudo curioso é de Laws, Buckley, Mac Donald e Broadley (1995), que analisa a influência da leitura no desempenho da memória verbal e viso-espacial de curto prazo em crianças com síndrome de Down de 8 a 14 anos. Os resultados mostram que as crianças que liam ou que se tornaram leitoras tiveram um melhor desempenho nas atividades de memória de curto prazo do que as crianças não-leitoras, e portanto, concluíram que a atividade de leitura promoveu o desenvolvimento da memória de trabalho.

Já, o artigo de Nye, Buckley e Bird (2005) afirma que a utilização do NUMICON (material multissensorial que será utilizado neste trabalho e será descrito no Capítulo 3 sobre Metodologia) em crianças com desenvolvimento típico influenciou na melhora dos conceitos de número nestas crianças. Eles fizeram, ainda, um estudo com este material junto com um grupo de crianças com síndrome de Down, entre 5 e 14 anos, que utilizou o Numicon e outro grupo que não o utilizou, durante um ano. As atividades com o Numicon foram as sugeridas pelo fabricante do produto, como a identificação e seleção das formas numéricas do Numicon,

contagem, identificação de números pares e ímpares, adição e conceito de dobro combinando as formas, relacionar o valor de moedas com as formas numéricas. Estas atividades foram aplicadas pelos professores dos alunos, que por sua vez foram orientados pelos pesquisadores. Ambos os grupos passaram pelos mesmos testes ao longo de um ano e não foram constatadas, estatisticamente, diferenças significativas no desenvolvimento das habilidades aritméticas, de vocabulário, de leitura, de memória auditiva de curto prazo e de gramática de ambos os grupos. As pesquisadoras atribuíram a isso o fato de ter sido analisado um número pequeno de crianças e, além disso, os testes aplicados exigiam, às vezes, um nível elevado da memória de curto prazo. Analisando somente as habilidades numéricas, o grupo com Numicon teve um leve avanço de 17% a mais que o grupo sem o Numicon. Os autores ainda analisaram os indivíduos do grupo com Numicon que ficaram acima da média deste grupo. Essas crianças realizavam as atividades regularmente, tinham bastante interesse nas atividades com números, principalmente nas atividades de soma e subtração. O artigo termina concluindo que o material e o método auxiliam na aquisição dos conceitos iniciais de número, os professores conseguem perceber mais facilmente se as crianças estão pensando de forma correta ou confusa, o material é adequado para as crianças que se beneficiam de uma abordagem multissensorial no seu aprendizado, e para algumas crianças o Numicon parece ajudar muito no entendimento das primeiras habilidades numéricas.

Um estudo que se utilizou da tecnologia dos computadores foi o de Tudela e Ariza (2006). Nele, foi analisado o tipo de abordagem no ensino de contagem para crianças com síndrome de Down. Dois grupos de crianças de 6 anos foram formados, um composto por 10 crianças, realizou atividades apresentadas por um software num computador, e outro grupo de 8 crianças teve as mesmas atividades com lápis e papel, ou seja, todas as telas das atividades no computador foram impressas em papel e apresentadas da mesma forma que no software a esse grupo. O objetivo dos autores foi verificar até que ponto a utilização do computador influencia no ensino e na aprendizagem de conteúdos matemáticos em crianças com síndrome de Down, mais especificamente o teste *“Me dê X elementos”* (FRYE, 1989), e os três princípios de contagem definidos por Gelman e Gallistel: princípio da correspondência um-a-um, princípio da ordem estável e princípio da cardinalidade. Os outros dois princípios, da irrelevância da ordem e da abstração, não foram analisados. Após o pré-teste, as crianças realizaram as atividades por 21 semanas

em 15 sessões, com duração média de 35 minutos por encontro. Os resultados mostraram que o grupo de controle não teve diferenças significativas entre pré e pós teste, por outro lado, o desempenho do grupo que trabalhou com o software no computador melhorou de forma significativa em todos os aspectos. Os autores sugerem que o ensino tradicional não favorece a aquisição dos conceitos de contagem e de quantidade para crianças com síndrome de Down, e por outro lado, atividades com material multimídia poderiam auxiliar no desenvolvimento de estratégias para a aprendizagem desses conteúdos.

E por fim, como descrito na seção anterior 2.3, os dedos das mãos também podem ser um aliado na aquisição do conceito de número pelas crianças com síndrome de Down. Pelo fato de estar trabalhando a mesma região do cérebro que as habilidades numéricas, pelo desenvolvimento da coordenação motora para utilizar no procedimento da contagem e por proporcionar ao participante uma *sensação* dos números, mais que uma simples visualização.

Existem possibilidades para uma melhora na qualidade do ensino e aprendizagem dos indivíduos com síndrome de Down. Como foi citado, o hábito da leitura, o uso de computadores, treinamentos frequentes do uso da memória verbal, atividades com os dedos das mãos, assim como atividades numéricas e a idade, são fatores que influenciam em algum nível o desempenho da aprendizagem em pessoas com síndrome de Down.

Termina-se neste ponto a revisão da literatura. A seguir, será desenvolvida a fundamentação teórica que se propõe descrever uma teoria desenvolvida por David Tall e colaboradores, e a explicar de maneira mais detalhada, como as atividades propostas aos participantes deste trabalho podem influenciar na aquisição da habilidade de quantificação.

2.5 – IMAGEM CONCEITUAL, UNIDADES COGNITIVAS E ORGANIZADOR GENÉRICO

Quando um indivíduo pensa em um determinado conceito, pode vir à sua mente imagens, sons, cheiros, gostos, sensações, propriedades do conceito, processos associados ao conceito. Tudo isso é adquirido pelas experiências

peçoais, vivências, estímulos, observações, de forma consciente ou inconsciente ao longo de anos. Tall e Vinner (1981) definem o termo *imagem conceitual* (concept image) como sendo todas as estruturas cognitivas que se relacionam com um determinado conceito. Por exemplo, em relação ao conceito de “3”, é possível pensar nos 3 mosqueteiros, que 3 pontos não colineares formam um triângulo, nas 3 cores primárias, na santíssima trindade, nos trios de forró que utilizam apenas a zabumba, o triângulo e a sanfona, em 3 dedos levantados, nos 3 meses de uma estação, em $1+1+1=3$, que 3 é o primeiro número primo ímpar, em 3 como sucessor de 2 e antecessor de 4, que vivemos num mundo tridimensional, na marcação de 3 tempos para diversas danças, etc.

De acordo com Tall e Vinner existem várias maneiras de estimular o pensamento sobre um determinado conceito, e cada uma delas pode evocar diferentes porções da imagem conceitual. Neste caso, ela é chamada de *imagem conceitual evocada*, e é somente ela que pode ser observada ou percebida. Com o passar do tempo, a imagem conceitual vai se desenvolvendo e pode não ser sempre logicamente coesa. Então, segmentos conflituosos da imagem conceitual evocados ao mesmo tempo podem gerar confusão e conflito. E nesse caso, o indivíduo precisa tomar a decisão de qual escolher, para seguir seu raciocínio.

Cada indivíduo constrói sua própria definição acerca de um conceito, e esta definição pode ou não ser equivalente à definição formal aceita pela comunidade matemática. Esta construção pode simplesmente ser a reprodução de uma definição decorada, ou pode ser a junção de partes da imagem conceitual. Com isso, esta definição pode ser modificada ao longo do tempo. A sentença de palavras usadas por um indivíduo para definir um determinado conceito é chamada, nesta teoria, de *definição conceitual* (concept definition).

Todo conceito pode ser ensinado, ou aprendido, começando pela *definição conceitual* ou pelos possíveis segmentos da *imagem conceitual* que ele gera. Cada professor deve decidir qual o caminho mais apropriado para cada assunto. Começando pela definição conceitual é esperado que, a partir dela, sejam trabalhados desdobramentos e consequências desta definição. Iniciando-se pelas partes da imagem conceitual, é desejável que em algum momento se defina formalmente o conceito, ou seja, se apresente ao indivíduo a definição de conceito formal. Por exemplo, um aluno pode saber a definição formal de um losango: *um quadrilátero com os lados congruentes*; e não saber como utilizá-la, ou criar uma

falsa característica da imagem conceitual, como *todo losango é um quadrado*. Por outro lado, se um aluno tem uma imagem conceitual razoável acerca do conceito de losango e não tem a definição formal, ele pode achar que um quadrado não é um losango. Ou seja:

Da mesma forma que uma definição de conceito (mesmo uma que corresponda à definição formal) sem uma imagem de conceito rica poderia ser inútil; uma imagem de conceito rica sem uma definição de conceito adequada pode ser traiçoeira. Uma definição de conceito inconsistente com a definição formal não é necessariamente parte de uma imagem de conceito pobre ou inconsistente; nem uma imagem de conceito pobre necessariamente inclui uma definição de conceito incorreta. Em resumo, uma definição de conceito consistente com a definição formal, uma imagem de conceito rica e uma imagem de conceito consistente são fenômenos mutuamente independentes. Assim sendo, esta teoria sugere que a abordagem pedagógica para um conceito matemático deve objetivar não somente a compreensão da definição formal, mas também o enriquecimento das imagens de conceito desenvolvidas pelos estudantes. (GIRALDO, V. 2004, p. 10)

Um indivíduo pode ter partes de sua imagem conceitual e da definição de conceito conflituosas umas com as outras, ou seja, existem fatores potencialmente conflituosos e que podem não ser evidentes para ele, porém o conflito cognitivo somente aparece quando as partes conflituosas são evocadas no mesmo instante, por algum estímulo, como uma questão, um exercício, uma atividade. Quando isso ocorre, estas partes são chamadas de *fatores de conflito cognitivo*. Por exemplo, um aluno pode acreditar que $\pi = 180^\circ$, mas ele sabe também que $\pi = 3,1415\dots$, então como deve proceder para determinar *sen* π , ou a área de um determinado círculo com a fórmula $A = \pi r^2$?

Tall e Vinner (1981) defendem que esses fatores de conflito cognitivo podem ser obstáculos para o aprendizado dos alunos, principalmente se o conflito for entre uma parte da imagem conceitual e a definição conceitual. Se um indivíduo não conseguir resolver esse conflito, pode acabar ignorando um deles e jamais conseguir conectá-los de forma significativa. Por outro lado, os fatores de conflito cognitivo, se bem trabalhados, podem ajudar numa melhor compreensão do conceito.

É importante ressaltar que para este trabalho não será considerado a *definição conceitual* de número natural dos participantes, já que não é objetivo trabalhar com a definição matemática formal de número natural.

Quando uma pessoa pensa em um determinado conceito, automaticamente lhe vêm à mente pelo menos alguma parte da sua imagem conceitual relacionada a este conceito. Se este sujeito consegue focar sua atenção nessa estrutura cognitiva por um determinado instante, ela é chamada de *unidade cognitiva* (BARNARD & TALL, 1997). Ela pode ser:

- a) um símbolo como “5”;
- b) um fato elementar como “ 2×3 é igual a 6”;
- c) uma propriedade geral, como “*todo número composto pode ser representado em fatores primos*”;
- d) um procedimento, como a contagem até o número x ; uma relação como “os vetores $\vec{v} = (1, -2, 0)$ e $\vec{u} = (-2, 4, 0)$ são múltiplos entre si”;
- e) uma passagem lógica numa demonstração;
- f) um teorema, como “*a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo euclidiano é 180°* ”.

Os autores ainda destacaram dois aspectos importantes para o sucesso no pensamento matemático:

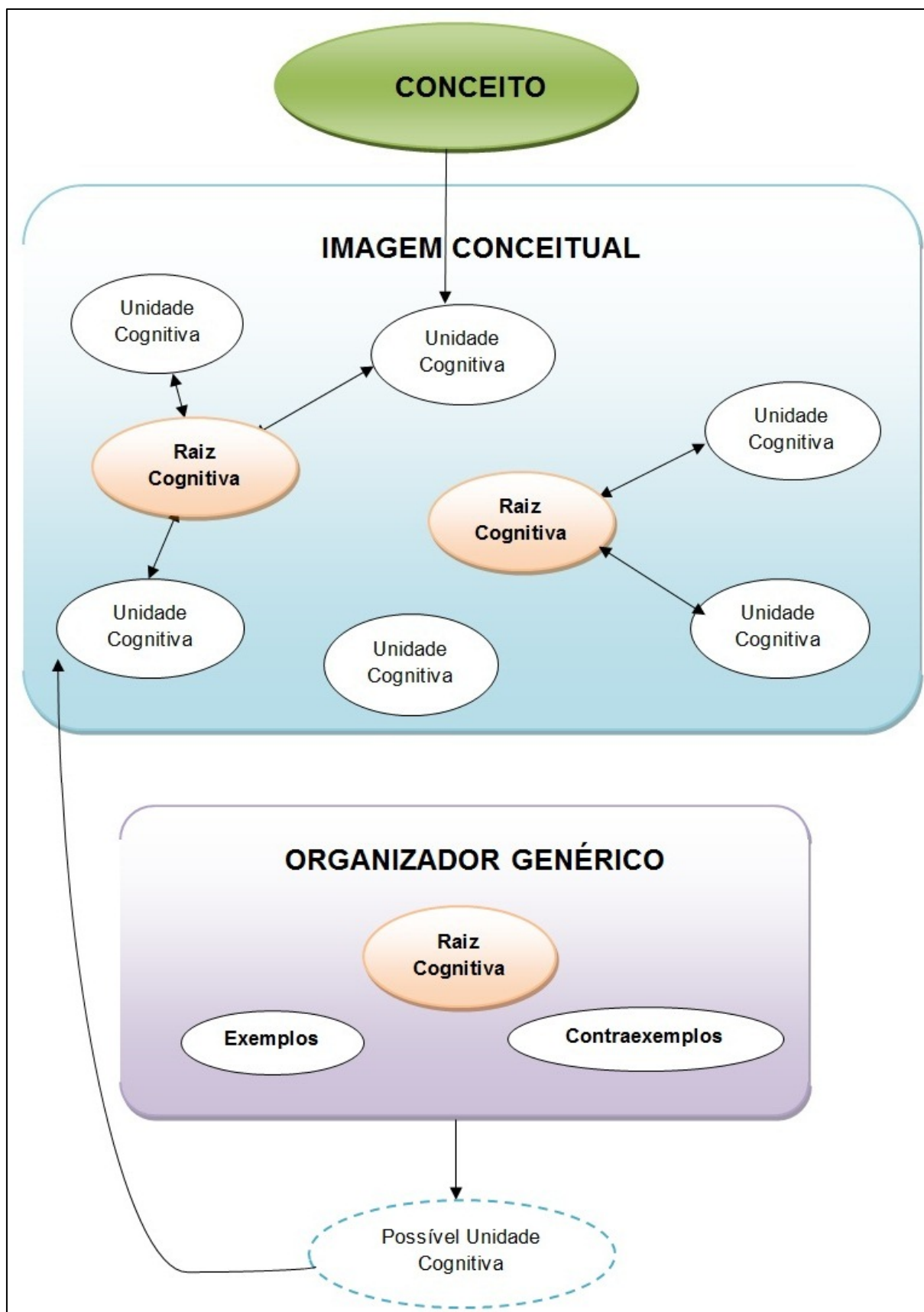
- (i) Capacidade de comprimir informação para formar unidades cognitivas;
- (ii) Capacidade de criar conexões entre unidades cognitivas de modo que informações relevantes possam ser acessadas rapidamente.

Tall (1989) define ainda um tipo especial de unidade cognitiva denominada *raiz cognitiva*, que é um “conceito-âncora” que possui a característica de ser facilmente entendido pelo estudante em questão, e ser uma possível base para a construção do conceito. A importância de ser algo familiar para o estudante é que, a partir disso, ele pode iniciar o desenvolvimento de um novo conceito. Por exemplo, a respeito do conceito do “número 5”, uma possível raiz cognitiva poderia ser o *procedimento da contagem até 5*, pois a partir deste, que já é conhecido pelo aluno, é possível relacioná-lo com a unidade cognitiva *conjuntos quaisquer de 5 elementos*, ampliando assim a imagem conceitual de “número 5”.

Tall (1989) pensou em uma maneira de acessar as unidades cognitivas, as quais fazem parte da imagem conceitual, de modo que o usuário observe e manipule exemplos e contraexemplos relacionados a um determinado conceito ou um sistema de conceitos relacionados. Define, então, um *organizador genérico*, ou seja, um ambiente de aprendizagem (micromundo) onde o usuário possa manusear os objetos deste ambiente, observar relações possíveis e não possíveis entre esses objetos e perceber os conceitos matemáticos contidos nesse micromundo. Outro objetivo do *organizador genérico* é fornecer uma visão global do conceito e, com isso, possibilitar *insights* que aprimorem seu entendimento. O autor ressalta, ainda, a importância e relevância da presença de dois fatores: (a) da *raiz cognitiva* (TALL *et al.*, 2000), já que ela é a semente capaz de germinar o desenvolvimento de um novo conceito e; (b) a presença dos contraexemplos no *organizador genérico*, diferente de alguns materiais concretos que focam apenas os exemplos do conceito.

Realmente, os contraexemplos são os possíveis erros que um indivíduo pode cometer. Conhecendo-os, ele automaticamente descarta aquelas possibilidades de erros, amplia sua imagem conceitual e direciona-se cada vez mais ao entendimento do conceito. Abaixo tem-se um esquema da teoria:

Esquema 1: A Imagem conceitual e o Organizador Genérico



A partir da teoria criada por Tall e colaboradores, foi possível conjecturar outras possibilidades de interpretação, sem alterar a essência da teoria, e são apresentadas a seguir:

Seguindo o esquema apresentado acima, considere um indivíduo que é convidado a pensar sobre algum conceito e recebe um determinado estímulo relacionado a ele, como por exemplo, um exercício, uma atividade, uma questão, uma palavra, uma visualização, um som. Este estímulo, automaticamente faz com que a mente acesse uma parte da imagem conceitual, a primeira *unidade cognitiva*. Nada impede que esta primeira unidade cognitiva possa ser uma *raiz cognitiva*, e talvez seja interessante que seja. Esta, por sua vez, é a base para a aquisição de outras unidades cognitivas. Também é possível que exista mais de uma *raiz cognitiva*. Logo depois, é possível que a mente acesse outras *unidades cognitivas* relacionadas e estimuladas pela primeira, que podem ou não estar relacionadas matematicamente. Por exemplo, o conceito de número π pode acessar as unidades cognitivas: *trigonometria*, *círculo trigonométrico*, *π no círculo trigonométrico*, *$\pi = 180^\circ$* (equivocadamente). Por outro lado, também pode acessar outras unidades cognitivas: *perímetro da circunferência $2\pi R$* , *área do círculo πR^2* , *$\pi = 3,14$* . E o indivíduo não sabe como relacionar os dois valores de π que havia pensado (180° e $3,14$). Claro que existe também uma *definição formal* deste conceito que pode ou não ser equivalente à *definição conceitual*, que é gerada a partir da *imagem conceitual* do indivíduo em questão. Pode ocorrer também que existam unidades cognitivas em potencial que não estão na imagem conceitual do indivíduo, ou seja, novas propriedades a serem aprendidas e, conseqüentemente, incorporadas à *imagem conceitual*. Neste ponto que o *organizador genérico* pode atuar.

Ainda observando o esquema 1, o *organizador genérico* entra em cena como um ambiente de aprendizagem, que contém em sua estrutura, pelo menos, uma *raiz cognitiva*, alguns *exemplos* e *contraexemplos* relacionados com o conceito, e tem como objetivos dar uma visão mais ampla do conceito, conectar *unidades cognitivas*, apresentar possíveis *unidades cognitivas*, e gerar novas *unidades cognitivas* (*possível unidade cognitiva*). Estas são automaticamente incorporadas à *imagem conceitual*, que por sua vez, é ampliada, contribuindo para um melhor entendimento do conceito. Portanto, o organizador genérico organiza as unidades cognitivas, relaciona-as de forma coerente e as interliga, criando novas unidades cognitivas.

As pesquisas apresentadas anteriormente referente às habilidades numéricas de aprendizes com síndrome de Down sugerem que a imagem conceitual de número deles tendem ser bastante restrita. A maioria deles sabe o procedimento da contagem, porém, cometem muitos erros, como a sequência padrão de palavras-número, frequentemente enunciada de forma incorreta, e, principalmente, a quantificação acima de 4 objetos.

2.6 – CONSIDERAÇÕES

O objetivo principal deste trabalho é analisar a influência de dois *organizadores genéricos*, que serão descritos na metodologia, na aquisição do conceito de número enquanto representante de quantidades de até 10 elementos de conjuntos discretos. O primeiro organizador genérico é chamado de *Atividade Fundamental de Quantificação*, e o segundo é a *Atividade Significativa da sequência padrão dos números naturais*.

A partir do *histórico dos estudos sobre o desenvolvimento do conceito de número nas crianças*, pode-se traçar uma estratégia para o desenvolvimento de uma atividade que considera importante tanto o *processo* quanto o *conceito*. Esta estratégia leva em consideração que o conceito de número é adquirido pela interação entre o conhecimento de conceitos e o conhecimento de procedimentos. Os procedimentos a serem considerados são a *contagem* e o *subitizing*. Os conceitos considerados são o *número* enquanto quantidades de conjuntos discretos e os números da *reta numérica*.

A segunda parte deste capítulo (O que é contar?), descreveu as dificuldades cognitivas pelas quais passou a humanidade para representar quantidades, da técnica do entalhamento até chegar ao procedimento da contagem como é conhecido atualmente. Este começa a ser desenvolvido com a criação das palavras-número, com as partes do corpo, e a determinação de uma convenção: que a última palavra-número pode representar a quantidade do conjunto contado. A partir da história, é possível perceber a complexidade do conceito de número e seu nível de abstração.

Levando em consideração as dificuldades das crianças com síndrome de Down, principalmente pela deficiência na memória verbal de curto prazo, é possível pensar em estratégias para superar essas dificuldades. Como a memória visoespacial não é tão afetada, pode-se trabalhar com o procedimento do *subitizing* para ampliar a *imagem conceitual* dos números de 1 a 10 enquanto quantidades de conjuntos discretos. A utilização e a visualização da sequência numérica de 1 a 10 podem servir como suporte à deficiência de memorização da sequência numérica padrão, facilitando o acesso às propriedades e informações relevantes da reta numerada.

É preciso, também, criar uma estratégia para a autocorreção, sem causar constrangimentos e o participante desistir da atividade. Esta estratégia, descrita na metodologia, utiliza as formas numéricas do Numicon como se fosse um “gabarito”. Com isso, o participante pode perceber que se o número contado for diferente do número do Numicon, sua contagem estará errada. Por outro lado, se o resultado da sua contagem coincide com a quantidade solicitada, o gabarito lhe mostra que ele contou certo, e com isso vai adquirindo o conceito de número. Isso acontece também no segundo organizador, no qual os participantes podem detectar os próprios erros.

Baseado nas descrições de Brissiaud (1989) e aproveitando a memória visoespacial (não afetada) dos participantes, a conceitualização dos números de 1 a 10 deveria ser trabalhada, primeiramente, definindo os números de forma a associá-los à quantidade de dedos correspondente. E neste trabalho também será trabalhada uma “nova” conceitualização dos números de 1 a 10, apresentando as formas numéricas do Numicon e junto com os dedos das mãos, da mesma maneira que o autor fez com seu filho Julien, ou seja, a apresentação da forma numérica {7}, do Numicon, poderá ser vinculada ao conceito do número *sete* e a 7 dedos levantados (cinco de uma mão mais dois de outra). A utilização dos dedos das mãos também fará parte de um dos *organizadores genéricos* com o objetivo de ampliar a *imagem conceitual* dos números de 1 a 10.

Portanto, a ideia geral deste trabalho é analisar os participantes antes de serem apresentados aos *organizadores genéricos*, que são descritos na metodologia, e durante o processo de aquisição de novos conceitos, procedimentos e experiências. Os objetivos específicos dos organizadores genéricos são criar, modificar, organizar e conectar *unidades* cognitivas que estão aparentemente

desvinculadas, como o *procedimento da contagem até 5* e a *quantidade de 5 objetos*, ampliando assim a *imagem conceitual de número*, de forma que os indivíduos com síndrome de Down tenham uma melhor percepção do conceito e lhes possa ser útil em sua vida pessoal, como por exemplo, na manipulação de valores, de dinheiro, de outros objetos e aquisição de outras habilidades matemáticas.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

A seção 3.1 descreverá a metodologia a ser adotada neste trabalho, denominada *design experiments*. Na seção 3.2 há a apresentação da relação entre a metodologia de *design experiments* e a tese. A seção 3.3 apresentará os dois momentos deste trabalho, no qual o primeiro momento possibilitou uma análise inicial dos participantes e a preparação de atividades para o segundo, à luz desta metodologia. E é exatamente este último momento que será alvo das análises apresentadas no Capítulo 4.

3.1 – A METODOLOGIA DESIGN EXPERIMENTS

A metodologia de pesquisa a ser adotada neste trabalho é o *design experiments*, desenvolvida por Paul Cobb e colaboradores (COBB *et al.*, 2003). Suas principais características são o *intervencionismo*, dentro de um determinado ambiente educativo, a iteração, e a criação de teorias de ensino e aprendizagem. Assim o planejamento inicial pode receber ajustes durante o processo de aplicação do design, quantas vezes forem necessárias, de modo que os pesquisadores possam testar esses ajustes e caminhar para a construção de uma interpretação teórica dos processos da aprendizagem que ocorreu, ou não.

Nesta forma, esta metodologia visa tanto a criação e o desenvolvimento de novas “mini” teorias, como a aplicabilidade destas em ambientes da aprendizagem, objetivando analisar “o quando, o como e o por quê” um processo específico de aprendizagem funciona. Por exemplo, no caso deste trabalho, se um participante com síndrome de Down não conseguia selecionar 5 objetos de um determinado conjunto, e passa a consegui-lo após algumas atividades, é desejável saber em qual(is) momento(s) esse procedimento de quantificação ocorreu, de que maneira essas atividades foram aplicadas, e por que ele passou a realizar a atividade com sucesso, quais as diferenças cognitivas entre antes e durante as atividades realizadas. Neste trabalho não existiram “pós-testes”, pois foi durante a aplicação das atividades planejadas que evidências de suas influências foram colecionadas.

A metodologia *design experiments* pretende entender profundamente uma “*ecologia de aprendizagem*”. A metáfora com ecologia destaca uma outra característica desta metodologia, a característica *interacionista*. Ecologia, no seu significado original do grego: *oikos* (casa) e *logos* (estudo). É o *estudo* do lugar onde se vive, ou ainda, o estudo das inter-relações entre organismos vivos e seu meio ambiente. A *ecologia de aprendizagem* definida por Cobb *et al.* (2003) se refere à “*um complexo sistema de interações que envolvem múltiplos elementos de diferentes tipos e níveis – por meio da concepção de seus elementos e antecipando como esses elementos funcionam em conjunto para dar suporte à aprendizagem*” (COBB *et al.*, 2003, p.9).

Cabe observar que, pela definição acima, talvez um termo mais adequado seja *ecossistema de aprendizagem*, pois ecologia é o *estudo* deste “complexo sistema”, e não o próprio. Ou seja, os métodos utilizados durante um *design experiment* buscam compreender a interação entre os elementos do complexo ecossistema dos ambientes educacionais.

Os *elementos* deste *ecossistema de aprendizagem* são os próprios participantes da pesquisa, as atividades propostas, os testes e provas que os alunos são submetidos, os tipos de discursos feitos por eles, as normas de participação que são estabelecidas, as ferramentas e os materiais fornecidos no ambiente educacional, a prática dos professores em reger as relações entre esses elementos, e o ambiente em que estão inseridos.

A “mini-teoria” desenvolvida no *design experiment* se prontifica a explicar como e por que um determinado projeto funciona. Em contextos diferentes do original, a metodologia pode, ainda, sugerir outras formas de aplicação com o objetivo de se adaptar a outros ecossistemas de aprendizagem.

Há diferentes possibilidades de ambientes educacionais em que a metodologia do *design experiments* pode ser utilizada. Elas podem ser entre o *professor-pesquisador e o estudante*: nesse caso, como os elementos são reduzidos, é possível fazer uma análise mais profunda e detalhada desse ecossistema de aprendizagem em versão “miniatura”. Ou ainda, entre *um grupo de pesquisadores* que elege um de seus membros para atuar como professor-pesquisador em uma *turma de alunos*: um grupo de pesquisadores pode atuar, por exemplo, no estudo sobre o conhecimento matemático de alunos de licenciatura em Matemática, ou então, colaborar com um grupo de professores que já atuam em sala

de aula, estudando uma comunidade profissional. E ainda, a metodologia pode envolver investigações em *escolas e distritos escolares* para fins de explorar e entender mudanças no nível organizacional.

Este trabalho se ateve ao primeiro ambiente, ou seja, àquele em que há uma interação entre professor-pesquisador e aluno.

Feita a escolha do ambiente educacional e o tipo de ecologia de aprendizagem, faz-se necessário que o pesquisador se baseie na revisão da literatura e então projete os objetivos da pesquisa em formas particulares e específicas de aprendizagem, e também planeje de que maneira serão feitos os primeiros testes. Estes estão sempre sujeitos a mudanças, revisões e interações sucessivas, sempre guiadas pelas bases teóricas e pelos objetivos do projeto.

Segundo os autores, “o *propósito desta metodologia é desenvolver uma classe de teorias sobre processos de aprendizagem, e sobre os caminhos que são trilhados para se chegar à aprendizagem.*” (COBB *et al.*, 2003, p. 10). O processo de aprendizagem, considerado nessa metodologia, engloba tudo aquilo que os participantes já trazem de experiências passadas em relação ao conteúdo de aprendizagem, e mais, suas práticas sociais, seus interesses e suas construções pessoais.

A consequência da característica intervencionista é que ela proporciona ao trabalho de pesquisa tornar-se um campo para inovações, no qual se buscam possibilidades para melhoria do ensino com novas formas de aprendizagem, e o estudo e análise dessas possibilidades. Pesquisas e resultados anteriores sempre dão suporte à preparação de um experimento na metodologia *design*, e o objetivo final é uma tentativa de desenvolver novos resultados teóricos e empíricos desta investigação. Conhecer as teorias anteriores, ou a revisão da literatura, é muito importante para auxiliar o pesquisador, pois provavelmente ele encontrará fatos e informações relevantes para o processo de criação dos experimentos, além de deixar mais claro as possíveis relações entre eles. Por serem, os “ecossistemas da aprendizagem”, muito complexos, faz-se necessário distinguir os elementos focais dos elementos secundários, por meio de pesquisas anteriores. Portanto, estas auxiliam tanto no desenvolvimento do projeto de *design* como nas justificativas das diferenciações do que é ou não relevante para a pesquisa.

Esta metodologia não se propõe apenas a criar novas teorias, mas também a colocá-las à prova, tendo, assim, dois aspectos importantes que se relacionam:

prospectivo e reflexivo. Pelo lado prospectivo, a metodologia projeta um processo de aprendizagem seguindo as bases teóricas previamente revistas e estudadas, e analisa as possíveis mudanças que ocorrem no ecossistema da aprendizagem, a partir da implantação deste processo. Porém, este projeto não é inflexível, já que o *design experiments* também fomenta o surgimento de novas possibilidades de aprendizagem e, conseqüentemente, seu desenvolvimento por meio de novas informações que podem aparecer durante a aplicação do experimento. Já pelo lado reflexivo, a metodologia testa conjecturas uma a uma. Testa-se a hipótese inicial e analisam-se seus resultados; se ela é refutada, outras conjecturas são criadas e testadas. A consequência disso é um intenso processo *iterativo* de criação, teste, reflexão, criação, teste, reflexão, e assim por diante. Obviamente, este processo cíclico não se estende infinitamente em um trabalho. Ele se sucede até que se tenha desenvolvido um “retrato panorâmico” e detalhado do domínio específico do processo de aprendizagem em questão e de seu ecossistema de aprendizagem.

Por fim, a metodologia de *design experiments* é bastante pragmática, pois o objetivo principal, que são os produtos teóricos planejados e criados no decorrer do experimento, tem um foco instrumental, ou seja, devem funcionar e serem aplicáveis aos ecossistemas de aprendizagem aos quais se propõem, fornecendo detalhadamente um direcionamento na organização de instruções. A viabilidade desta característica só é possível porque as teorias desenvolvidas se concentram em domínios específicos de aprendizagem, diferente de outras grandes teorias de aprendizagem que têm abordagens muito amplas e gerais, e dificultam a criação de projetos em situações particulares.

Antes de começar a pensar nas conjecturas e experimentos dentro do ecossistema de aprendizagem em questão, é imprescindível a preparação do pesquisador. Ele deve identificar padrões de pensamentos e raciocínios dos estudantes sobre um determinado conceito ou assunto específico, e explicar como esses padrões são desenvolvidos e organizados. Por outro lado, ele precisa definir quais são as principais ideias e raciocínios que considera significativos sobre o assunto que estará pesquisando, constituindo este um dos objetivos e metas a serem alcançados no experimento. Para isso, é necessária uma pesquisa prévia de estudos reconhecidos da literatura sobre o assunto.

Na elaboração do projeto de *design*, diferentes concepções sobre um determinado conceito são analisadas e propostas. Novos recursos didáticos, como

tecnologias digitais, materiais concretos, podem ser desenvolvidos para auxiliar a proposta de aprendizagem idealizada.

É necessário determinar os pontos de partida social e intelectual, e identificar o conhecimento atual dos estudantes, suas habilidades, suas práticas, seus recursos, seus “vícios” de instruções aprendidas acerca do assunto específico em questão. Há duas possibilidades em que isso pode ser realizado. Em áreas do conhecimento bem pesquisadas, pode-se conjecturar sobre o entendimento e interpretações de alunos, sempre baseando-se na literatura. Por outro lado, se a literatura na área não é vasta, os pesquisadores têm a necessidade de conduzir um trabalho piloto para se obter esses dados. A consequência deste trabalho piloto é que sejam criados novos métodos para avaliar e analisar aspectos de pensamentos e de raciocínios de estudantes. Porém, este trabalho apresenta uma terceira possibilidade: uma mistura das já citadas. Por um lado, o assunto contagem foi amplamente estudado, e destes estudos surgiram conjecturas e testes avaliativos iniciais. Por outro, não há muitas pesquisas sobre quantificação em crianças com síndrome de Down, e por esse motivo foram criados novos caminhos de investigação sobre os aspectos cognitivos dos alunos, por meio de organizadores genéricos.

Depois disso, o desafio é elaborar um projeto no qual possam ser testadas conjecturas sobre possíveis avanços significativos no pensamento e raciocínio de estudantes, justificando os meios pelos quais esses avanços ocorreram. Se o assunto em questão já foi bem estudado e existem muitas pesquisas sobre ele, as conjecturas têm um grau mais elevado de confiança, por parte dos pesquisadores. Por outro lado, para domínios pouco estudados, as conjecturas levantadas são mais especulativas e a expectativa é que muitas não sejam viáveis. Por exemplo, pensar que indivíduos com síndrome de Down mais velhos têm melhor desempenho em quantificação do que crianças com síndrome de Down mais jovens, pode parecer bem razoável. Porém, como será mostrado neste trabalho, isso não é verdade sempre.

A condução da metodologia de *design* envolve aspectos que objetivam principalmente melhorar o projeto inicial testando conjecturas, analisando seus resultados, repensando as conjecturas, reaplicando-as, e assim por diante, até que se compreenda profundamente a ecologia de aprendizagem estudada, que é a meta teórica da pesquisa.

Um detalhe importante é o registro detalhado dos dados e de todo o processo do projeto, de forma a permitir um aprofundamento no entendimento do fenômeno investigado durante a execução do experimento. Por exemplo, o registro da “evolução” das conjecturas, seus sucessos e seus fracassos, as observações que as sustentam e as que apontam falhas. Outras fontes de dados são: os produtos da aprendizagem dos alunos, a postura e ações em sala de aula e as interações sociais. Por esse motivo é de suma importância a escolha da forma de coleta de dados. No caso deste trabalho, será feita a gravação e filmagem em áudio e vídeo de todos os encontros.

Por fim, a realização das análises retrospectivas se propõe a esclarecer todo o processo educacional por meio da análise dos dados obtidos, que devem ser trabalhados sistematicamente, de modo extensivo e longitudinal, para que as descobertas e os resultados finais sejam confiáveis. As análises retrospectivas apresentam o design em um contexto teórico mais amplo, e depois o enquadram em um caso particular, especificado no início do estudo.

Em resumo, a metodologia de *design experiments* é iterativa, intervencionista, inovadora, teórico-orientada, cujas teorias se propõe a realizar trabalhos concretos e viáveis nos diversos ecossistemas de aprendizagem.

3.2 – RELAÇÃO DA METODOLOGIA COM A TESE

A escolha da metodologia de *design experiments* para a presente tese se deu por vários motivos, dentre eles a possibilidade de interagir diretamente com as crianças com síndrome de Down, de criar conjecturas, testá-las, revê-las e aperfeiçoá-las, e principalmente pela sua característica pragmática. É notório o quão “abandonados” e carentes estão os estudos nesta área da educação para deficientes intelectuais, e espera-se que, no final este trabalho seja possível incentivar outros pesquisadores a continuarem desenvolvendo esse árduo porém instigante caminho.

O tipo de *design experiment* que será aplicado neste trabalho é o *professor-pesquisador e estudante*. Como dito anteriormente, esta modalidade pretende criar uma “miniatura” do ecossistema de aprendizagem de forma a se ter um

aprofundamento mais detalhado do estudo em questão. A escolha deste tipo se justifica pela maior conveniência em entrevistar cada um dos alunos participantes em suas respectivas especificidades. Eles são de turmas diferentes, de idades diversas, de localidades distantes, de nível socioeconômico diferenciado, porém com as mesmas dificuldades de quantificação. Além disso, o material manipulável ficou disponível somente para cada um, sem a influência dos outros, e a captura dos dados pela filmagem é menos complicada em atividades individuais que em grupos. As primeiras conjecturas pensadas e as atividades projetadas também influenciaram esta escolha. Foi preciso investigar, por exemplo, a relação entre o *princípio da conservação* de Piaget e a capacidade de quantificar conjuntos discretos até 10 elementos. Em atividades em grupo, o desempenho de um estudante poderia influenciar o desempenho de outro, impedindo, assim, um diagnóstico mais detalhado de cada participante. E por fim, com um trabalho individualizado, o pesquisador tem mais condições de dar mais atenção ao participante e um retorno mais rápido de suas reações, pois estará com a atenção totalmente voltada ao aluno.

3.2.1 – OS ELEMENTOS DO ECOSSISTEMA DE APRENDIZAGEM

Os elementos do ecossistema de aprendizagem deste trabalho são as crianças e adolescentes de 5 até 19 anos portadores de síndrome de Down (cada um em sua individualidade), o professor-pesquisador, um ambiente educacional isolado, os pré-testes, as atividades propostas a eles, a manipulação de materiais multissensoriais, as ações corporais, uma câmera de vídeo, duração de no máximo 30 minutos por encontro. A escolha desta duração de tempo se deu em razão da limitação dos participantes da APAE-RIO em ficarem ausentes de suas respectivas turmas. O número de encontros variou de um participante para outro, pois dependeu da presença deles na instituição e também do desempenho individual de cada um.

3.2.1.1 – Os Participantes

O total de participantes deste trabalho são oito crianças e adolescentes portadores da síndrome de Down, porém apenas três deles serão analisados mais profundamente. Os demais foram de suma importância no desenvolvimento do design deste projeto.

Quatro dos participantes são adolescentes de 12 a 19 anos, alunos da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais do Rio de Janeiro (APAE-RIO) e outros quatro são crianças de 5 a 6 anos cujos pais são membros de um grupo virtual do site YAHOO intitulado RJDOWN¹. Os alunos da APAE foram escolhidos por terem em seu prospecto, fornecido pela instituição, diagnóstico apenas de síndrome de Down sem nenhuma outra associação, como por exemplo, problemas cardíacos, disfunções da glândula tireoide e hipertensão pulmonar. No caso das crianças de 5 e 6 anos, foram alguns pais do grupo RJDOWN que tiveram interesse no trabalho, e seus filhos também tinham apenas a síndrome de Down sem outras associações. Os experimentos com os alunos da APAE foram realizados na própria instituição, e os outros participantes realizaram os experimentos nas próprias residências acompanhadas pelos pais e/ou responsáveis.

É importante ressaltar que apenas 3 adolescentes da APAE-RIO que serão analisados mais detalhadamente neste trabalho. Os outros participantes tiveram papel muito importante na elaboração e desenvolvimento dos organizadores genéricos.

3.2.1.2 – As atividades

Os pré-testes e a maioria das atividades iniciais foram todos planejados com base na revisão teórica. Porém, os *organizadores genéricos* foram criados a partir, principalmente, das sucessivas interações com os participantes que reagem de formas diferentes conforme suas particularidades. Conjecturas foram testadas, analisadas, recriadas e reaplicadas, até o momento em que se percebeu uma mudança significativa das reações e comportamentos dos participantes, e a partir

¹ <http://br.groups.yahoo.com/group/rjDown/>

disto definiu-se mais claramente o quadro teórico desta ecologia de aprendizagem. Cada sessão foi filmada e teve duração aproximada de 30 minutos.

Escolha do Teste Fundamental

Fuson e colaboradores (1983) mostraram que algumas crianças “aprenderam” uma regra para responder à pergunta: “*Quantos objetos há neste conjunto?*”. E a regra é pronunciar a última palavra-número da contagem. A questão levantada por eles é que, apesar da resposta estar correta, isso não garante que a criança tenha a compreensão da quantidade de elementos do conjunto.

Frye *et al.* (1989) realizaram um experimento interessante a respeito do entendimento de cardinalidade com crianças de 3 anos e 9 meses a 4 anos e 11 meses. Apesar de elas saberem bem o procedimento da contagem, o seu entendimento com relação ao objetivo, de quantificação da contagem, não estava claro. Havia três tipos de questões de cardinalidade no experimento: “*Quantos objetos existem aqui?*”, “*Aqui existem X objetos?*” e “*Por favor, pode me dar X objetos?*”. As crianças responderam bem à questão “*quantos objetos?*”, moderadamente à questão “*existem X objetos?*”, e insuficientemente à questão “*Me dê X objetos?*”. Segundo os autores, essa diferença de resultados não se deve ao fato dos diferentes tipos de respostas demandadas. Aliás, para eles, as perguntas “*existem X objetos?*” e “*Me dê X objetos?*”, deveriam ser mais fáceis de responder, pois para a primeira a resposta é *sim/não*, e para a segunda a criança selecionaria os objetos ao mesmo tempo em que contava, sem ter a necessidade de gerar uma resposta verbal. Já a pergunta “*quantos objetos?*”, deveria ser a mais difícil, pois é necessário realizar o procedimento anterior e gerar um número como resposta. Porém os resultados apontaram o contrário. Uma possível explicação para esses resultados aparentemente contraditórios é que as questões “*existem X objetos?*” e “*Me dê X objetos?*”, deveriam ser mais difíceis, pois demandariam mais do entendimento de cardinalidade das crianças. Para a pergunta “*quantos objetos?*” bastaria enunciar a última-palavra número, já nas outras duas questões as crianças provavelmente tentariam comparar a quantidade dada com a quantidade do conjunto. O artigo conclui que os participantes da pesquisa que conseguiram realizar com sucesso à solicitação “*Me dê X objetos?*”, tinham um entendimento da cardinalidade de um conjunto discreto bem superior ao dos que não tiveram êxito nesta atividade.

Para o presente trabalho, este teste será chamado de *teste fundamental*, e será um teste de “corte” para escolher os participantes. Ou seja, se o indivíduo conseguir realizá-lo não fará parte da análise de dados, por outro lado, se não conseguir algum número entre 1 e 10, estará apto a fazer parte das análises.

3.2.1.3 – Os Materiais e os recursos multissensoriais

Os materiais, os instrumentos e os recursos utilizados neste trabalho são chamados de multissensoriais pelo fato de influenciarem em mais de um dos cinco sentidos do ser humano, como a visão, o tato e a audição. A importância desta variedade de ferramentas educacionais tem suporte na ideia de Tall *et al.* (1981; 1989) em ampliar a *imagem conceitual* que influencia diretamente a compreensão e o entendimento de determinado conceito, neste caso de números naturais e quantificação. Além disso, como os indivíduos com síndrome de Down não têm dificuldades com a memória viso-espacial, esse tipo de material pode auxiliar na aquisição de novas unidades cognitivas, principalmente porque exploram o tato e a visão dos participantes. Os materiais e recursos que serão utilizados são as formas numéricas do Numicon, pinos que se encaixam nas formas numéricas, cartões numerados, uma faixa numerada de 0 a 10, um barbante, um tabuleiro 10x10 onde se encaixam as formas numéricas e os dedos das mãos.

NUMICON

O Numicon é um conjunto de materiais multissensoriais, desenvolvido na Inglaterra, composto por formas numéricas coloridas, cartões numerados, pinos coloridos, tabuleiro, barbante, sacola, propostas de atividades, faixa com reta numerada, etc. Suas formas numéricas favorecem a visão de número e relações entre eles, de uma maneira global, diferente de outras representações numéricas como pontos enfileirados, a forma escrita e a oral, proporcionando aos alunos uma importante unidade cognitiva para a imagem conceitual de número.

A figura 3 mostra as formas numéricas coloridas do Numicon de 1 a 10 encaixadas no tabuleiro de 10x10 e as respectivas escritas numéricas. A figura 4

mostra os pinos coloridos que encaixam nos furos das peças numéricas e também no tabuleiro, um barbante e uma sacola de pano.

O formato das peças numéricas pretende favorecer o entendimento de números pares e ímpares, pois a sequência de formação dos números respeita agrupamentos de dois em dois.



Figura 3: Formas numéricas do Numicon de 1 a 10 e tabuleiro 10x10.



Figura 4: Pinos que se encaixam nas formas numéricas do Numicon, barbante e sacola.

O material completo do Numicon possui muitos outros elementos e instruções didáticas, porém não foram todos utilizados, pois trabalham outras habilidades numéricas como adição e subtração. Apenas os materiais descritos acima foram empregados nas atividades desta tese. Ainda, as atividades de contagem propostas no material completo do Numicon não estão de acordo com a proposta deste trabalho, portanto também não foram usadas.

DEDOS DAS MÃOS

Os dedos das mãos são o primeiro “instrumento” sensorial do ser humano que o auxilia na aquisição do conceito de número relacionado à quantidade. Com eles é possível literalmente *sentir* as quantidades de zero a dez. É de extrema importância que a criança sinta os números por meio da quantidade de dedos levantados, pois esta ação é uma experiência muito mais intensa do que o ato de ver apenas (BRISSIAUD, 1989). Por exemplo, com os olhos fechados, uma criança

é capaz de selecionar e levantar 7 dedos, por outro lado, a disposição de 7 objetos em uma configuração qualquer já não é tão fácil de se determinar apenas olhando. E é por meio deste recurso que outra porção da imagem conceitual de número será trabalhada para aquisição da habilidade de subitizing e do conceito de número natural relacionado à quantidade.

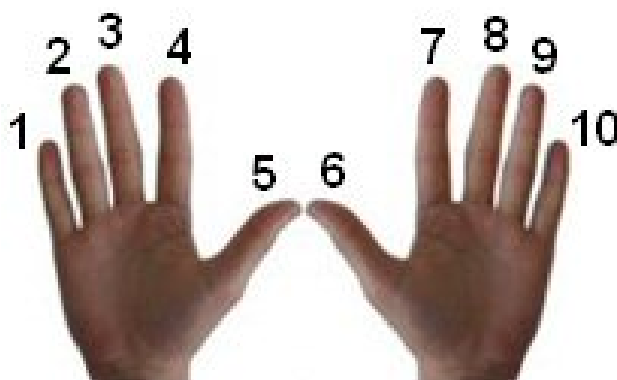


Figura 5: Dedos das mãos

BATER PALMAS

O bater de palmas foi aplicado em algumas atividades desenvolvidas nesta tese. Porém, ele se mostrou mais eficiente nas crianças menores de 10 anos que participaram apenas no primeiro estágio da pesquisa. A atividade foi inspirada no projeto DRUMMATH (2004), idealizado pelo professor doutor Carlos Eduardo Mathias Motta. Este projeto é voltado para alunos com deficiência visual, e aborda a Matemática de uma forma lúdica, utilizando-se principalmente de ações corporais como o bater de palmas, sons e ritmos, e o sentido da audição para desenvolver algumas noções numéricas e geométricas.

A ação de bater palmas nas atividades com os alunos com síndrome de Down foi uma grande surpresa, pois é transparente o maior envolvimento deles ao realizar as atividades, apesar dela não estar focada em ritmos específicos. O objetivo desta atividade não é desenvolver ritmo ou coordenação motora, e sim de envolver o participante numa brincadeira em que ele preste atenção à sequência numérica padrão, e com isso pretende-se que sua memorização melhore. Como a atividade foi aplicada somente no primeiro estágio da tese, ela fica como sugestão para pesquisas futuras.

3.2.2 – QUANTIFICAÇÃO

Apesar de o assunto contagem ter sido muito bem estudado e pesquisado em crianças com desenvolvimento típico, a literatura sobre contagem em crianças com síndrome de Down é ainda muito escassa. Além disso, não existem muitas propostas de atividades de aprendizagem para contagem e quantificação, justamente porque esta habilidade se desenvolve, na maioria das vezes, naturalmente em crianças regulares, diferentemente das crianças com deficiências cognitivas, que têm muitas dificuldades nesta área (ABDELAHMEED, 2007). Então, pelo lado pragmático, o produto deste trabalho pretender fornecer, além de um produto teórico acerca do assunto contagem e quantificação para crianças com síndrome de Down, atividades para a aquisição do conceito de número e da habilidade de quantificação de conjuntos discretos.

O objetivo inicial da pesquisa é analisar a quantificação de conjuntos discretos de até 10 elementos por crianças com síndrome de Down. Há três situações de quantificação: a) quando se pede para quantificar um conjunto fixo, por exemplo 7 bolinhas desenhadas; b) quando se pede para quantificar um conjunto não fixo, por exemplo 8 cubinhos de madeira; c) quando se pede para *selecionar* uma determinada quantidade de objetos de um conjunto com vários desses objetos para formar um subconjunto, por exemplo, pede-se para o aluno selecionar ou fornecer ao pesquisador 8 elementos dentre um conjunto com mais de 8 elementos. De acordo com Frye *et al.* (1989), este caso é o mais difícil cognitivamente, pois exige do estudante a noção exata da quantidade pedida, e será chamado de teste “*Selezione x*”. Este teste, a princípio, definirá os participantes desta tese, ou seja, se o participante tiver êxito neste teste ele será considerado apto a quantificar quantidades até 10 elementos e, portanto poderá não participar desta pesquisa. Apenas os alunos que não conseguirem realizar este teste ou tiverem outras dificuldades relacionadas ao conceito de número ou princípios da contagem é que farão parte das análises deste trabalho.

Porém, com o passar dos primeiros encontros, outros objetivos e limites foram sendo melhores definidos. Metas mais específicas e consideradas pré-requisitos para as habilidades almejadas foram surgindo e complementando o quadro teórico do assunto.

A partir do capítulo 2, sobre fundamentação teórica, foi possível pensar em quais *unidades cognitivas* poderiam estar ausentes na imagem conceitual de número dos participantes, e que eram relevantes para o entendimento da quantificação. Estão descritas abaixo.

Para se entender a quantificação, é necessário entender o conceito de número como um representante de quantidades discretas. E é exatamente este conceito que a maioria dos participantes não possui, pelo menos para números acima de 4. Apesar dos participantes analisados reconhecerem o numeral 5, nenhum deles foi capaz de selecionar 5 objetos. Então, a ideia é fornecer, por meio de um *organizador genérico*, exemplos e contraexemplos de número. Um exemplo é a representação do número 5 pela forma numérica {5} do Numicon, e um contraexemplo de número 5, é uma quantidade selecionada de pinos que não encaixam nesta forma. Isso faz com que o usuário perceba a necessidade de uma estratégia melhor para selecionar 5 pinos. Nesse momento, o participante pode utilizar a contagem até 10 como uma *raiz cognitiva*, que o indivíduo já possui e é de fácil execução para ele. Apesar de crianças com síndrome de Down saberem o procedimento de contagem, a maioria não faz a relação deste com as quantidades discretas.

Além disso, cada número está inserido em uma sequência padronizada de palavras-número, e para entender significativamente esta sequência padronizada, é necessário relacioná-la com os seguintes aspectos: a *visão geral da sequência numérica escrita* juntamente com as respectivas *quantidades associadas*, e o *acréscimo ou diminuição de uma unidade*, ou um elemento, a um conjunto qualquer. Por exemplo, dado um conjunto discreto qualquer, sabido sua cardinalidade, a ação de inserir um único elemento nesse conjunto ou retirar um único elemento deste, e questionar o aluno sobre a nova cardinalidade, relaciona-se com a ação de pronunciar a próxima palavra-número ou a anterior da sequência numérica. Ou o contrário, dado um conjunto com n elementos, e pedir ao aluno um conjunto com $n + 1$ elementos, ou seja, enunciar a próxima palavra-número relaciona-se com a ação de inserir mais uma única unidade ou um único elemento nesse conjunto. É importante notar que são duas ações cognitivas distintas. No primeiro caso, ao inserir um novo elemento no conjunto, é preciso saber que esta ação é representada pelo pronunciamento da próxima palavra-número, lembrar-se desta palavra da sequência numérica e saber que ela representa a nova cardinalidade. No segundo

caso, quando se pede uma nova cardinalidade para o conjunto, é necessário verificar onde esta palavra-número que a representa está inserida na sequência numérica, e realizar a ação correspondente, acrescentando um elemento.

A aquisição deste conhecimento não é necessariamente sequencial, ou seja, primeiro decora-se a sequência, depois se visualiza a sequência por completo e, em seguida, dá-se o significado do acrescentar ou diminuir uma unidade. Conforme a revisão teórica, este conceito é adquirido juntamente com o procedimento de acrescentar ou diminuir uma unidade, observando a sequência e recitando-a sempre que for pertinente.

3.3 – DESENVOLVIMENTO DOS ORGANIZADORES GENÉRICOS

Neste tópico, serão descritos os dois estágios da pesquisa denominados primeiro e segundo estágios de pesquisa. O primeiro estágio serviu principalmente para testar as conjecturas iniciais, desenvolver e aprimorar os organizadores genéricos, que são apresentados e aplicados no segundo estágio, ou seja, o fato que divide o primeiro do segundo estágio é justamente a aplicação do primeiro organizador genérico. Os dados coletados com alguns participantes que compõem o primeiro estágio não são analisados detalhadamente neste trabalho. A análise mais profunda das interações individuais com os organizadores genéricos será apresentada no Capítulo 4.

3.3.1 – PRIMEIRO ESTÁGIO DE PESQUISA

No início da pesquisa, a direção da APAE-RIO se interessou pelo trabalho, cedeu quatro de seus alunos e um espaço para a aplicação das sessões. Já no grupo RJDOWN, pais de quatro crianças se interessaram pela proposta, e os primeiros participantes foram oito alunos. Quatro meninas e quatro meninos, sendo duas meninas (L5) e (M5) de 5 anos, e dois meninos (J6) e (P6) de 6 anos participantes do grupo RJDOWN. Os participantes da APAE-RIO são uma menina (A12) de 12 anos que frequentava a Turma II, um garoto (R14) de 14 anos e um adolescente (A16) de 16 anos eram da Turma III, e uma adolescente (B19) de 19

anos estava na Turma IV, descritos na tabela 2 abaixo. A diferenciação das turmas era mais pela capacidade individual de desenvolver atividades do que pela idade cronológica, apesar desta coincidência. Mais adiante, neste capítulo, será mostrado que a maioria deles (5 de 8 participantes) tinham dificuldades em quantificar conjuntos discretos, entender a parte do conceito de número que está relacionado com as quantidades discretas, relacionar a sequência numérica padrão às respectivas quantidades, e dificuldades em memorizar e recitar a sequência de palavras-número corretamente.

Tabela 2: Participantes do 1º estágio

Idade	Participante	Sexo
5 anos	(L5)	Feminino
5 anos	(M5)	Feminino
6 anos	(P6)	Masculino
6 anos	(J6)	Masculino
12 anos	(A12)	Feminino
14 anos	(R14)	Masculino
16 anos	(A16)	Masculino
19 anos	(B19)	Feminino

O primeiro estágio é definido pelo intervalo de tempo entre o primeiro encontro com (L5) no dia 22/05/2010 até o dia 13/07/2010, dia em que foi aplicado o primeiro organizador genérico.

Princípio da Conservação

A primeira verificação foi saber se havia uma relação entre a habilidade de contagem e o entendimento do *Princípio da Conservação* de Piaget. A justificativa desta verificação é baseada na afirmação de Piaget sobre a condição necessária do entendimento do princípio da conservação para atividades racionais, incluindo a quantificação de conjuntos discretos.

A situação apresentada aos oito participantes, a respeito do *Princípio da Conservação* foi a seguinte: *Dados dois conjuntos discretos de mesma cardinalidade ou não, cujos elementos são cubinhos de madeira de 1 cm de aresta, a configuração*

espacial de seus elementos não influencia na comparação quantitativa dos conjuntos em questão.



Figura 6: (L5) em teste do Princípio da Conservação

Foram apresentadas duas folhas de papel em branco e nelas colocados cubinhos (Fig.6). Ao colocar quantidades iguais e quantidades diferentes perguntava-se: *“Tem mais cubinhos aqui (apontando o papel da esquerda), aqui (apontando o papel da direita), ou tem igual quantidade?”*. Ainda nessa situação foram colocadas outras perguntas na tentativa de compreensão por parte dos participantes: *“Imagine que esses cubinhos são chocolates, qual você prefere? Este (apontando o papel da direita), ou este (apontando o da esquerda)?”*.

Verificou-se que os participantes (P6), (R14) e (B19), tinham uma compreensão melhor da situação de conservação, apesar de em alguns momentos parecer que não estavam entendendo a pergunta do pesquisador. Porém, de uma forma geral, eles responderam à maioria das questões corretamente. Já os participantes (L5), (M5), (J6), (A12) e (A16) não compreendiam a situação. Não entendiam os seguintes questionamentos: *“Qual dos dois (conjuntos) têm mais cubinhos? Ou eles têm a mesma quantidade?”*. Algumas das vezes as respostas eram apontar para o último papel indicado pelo pesquisador, independente da quantidade de cubinhos em ambos os papéis, outras vezes, repetir o gesto de

apontar para ambos os papéis, e ainda, algumas respostas eram “*Este aqui*”, sem apontar para nada, apenas repetindo a pergunta do pesquisador.

A partir disto, foi necessário realizar um teste que desse suporte ao entendimento do princípio da conservação com (L5), (M5), (J6), (A12) e (A16), ou seja, verificar se as crianças entendiam apenas a situação de onde havia a mesma quantidade de objetos para tentar, a partir daí, apresentar a situação de desigualdade. Para isto, foi dado aos estudantes um número par de cubinhos e pedido a eles que colocassem uma quantidade igual em ambos os papéis, como se fosse para o pesquisador e para eles mesmos. Uma das meninas, (L5), conseguiu realizar esta tarefa na 3ª tentativa com até 10 cubinhos, sendo que foi dado primeiramente 2, depois 4 e por último mais 4 cubinhos (Fig.7). A outra participante, (M5), conseguiu somente para dois cubinhos. No caso desta, quando se aumentava o número de cubinhos, um dos papéis ficava com um cubinho e o outro com os demais cubinhos. (A16) e (A12) conseguiram distribuir igualmente somente até 2 cubinhos para cada papel. Para 3 pares de cubinhos a serem distribuídos por eles, um papel ficou com 4 e outro com 2 (Fig. 8). Já (J6) conseguiu distribuir até 4 cubinhos para cada papel. O teste mostrou que existe uma noção de distribuição igualitária por parte da maioria destes participantes, mas mesmo a partir da igualdade dos dois conjuntos, esses alunos não conseguiram compreender a situação de desigualdade e não conseguiram responder em qual dos papéis havia mais cubinhos.



Figura 7: (L5) em teste suporte ao Princípio da Conservação



Figura 8: (A16) em teste suporte ao Princípio da Conservação

Na tentativa de melhorar a compreensão do princípio da conservação, outra atividade foi criada baseando-se na ideia de que, independentemente das mudanças espaciais que os objetos sofram, a sua quantidade não se altera.

A atividade pensada e aplicada foi uma brincadeira de “cozinhar” os cubinhos em “panelas” de três tamanhos diferentes, representadas por potes grandes, médios e pequenos.



Figura 9: (M5) em atividade do Princípio da conservação – pote grande

Inicialmente colocam-se três cubinhos em cada um dos potes grandes, contando um cubinho de cada vez e simultaneamente. Misturam-se os cubinhos com uma das mãos por um tempo, e logo em seguida troca-se de pote despejando os cubinhos no novo recipiente de tamanho médio (Fig. 10).



Figura 10: (M5) em atividade do Princípio da conservação – pote médio

Repete-se a ação de misturar até trocar para um último pote de tamanho menor.



Figura 11: (M5) em atividade do Princípio da conservação – pote pequeno

Terminada a mistura dos cubinhos, eles são colocados numa folha de papel para uma conferência, por meio da contagem, da quantidade final, e observa-se que a quantidade não muda independente de todo o processo sofrido pelos cubinhos.



Figura 12: (M5) em atividade do Princípio da conservação – comparação final

A atividade teve também uma variação, utilizando-se os pinos e as formas numéricas do Numicon em lugar dos cubinhos, com o objetivo de relacionar a quantidade de pinos observada e a forma numérica.



Figura 13: (L5) em atividade do Princípio da conservação com Numicon – pote grande

A vantagem de realizar esta atividade desta maneira é a verificação final, já que os pinos são encaixados nas formas numéricas antes de irem para o pote grande e depois de saírem do pote pequeno. Por exemplo, encaixa-se 2 pinos na forma 2 do Numicon (fig. 13) e coloca-se os pinos do pote grande. Faz-se todo o processo, e no final, verifica-se que permanecem 2 pinos encaixando-os novamente na forma 2 do Numicon (fig. 14).



Figura 14: (L5) em atividade do Princípio da conservação com Numicon – verificação final

Com relação ao princípio da conservação estas foram as atividades aplicadas apenas à (M5) e (L5): (a) verificar em qual das folhas havia mais cubinhos; (b) atividade de “cozinhar” cubinhos e pinos. Todos os participantes realizaram testes de conservação, porém nem todos fizeram as atividades apresentadas acima, pois um dos participantes da APAE, (A16), mostrou que era possível quantificar conjuntos pequenos mesmo sem entender este princípio, e a partir deste dado estas atividades não foram mais realizadas, principalmente porque a hipótese, do Princípio da conservação ser um pré-requisito para o entendimento da contagem, não se confirmou com este contraexemplo. Este resultado será descrito no capítulo de análise dos resultados.

Quantificação e o procedimento de contagem

Os testes aplicados para avaliar a habilidade de *quantificação* dos participantes foram baseados no artigo de Nye *et al.* (2001). Simplesmente

perguntou-se a quantidade para: (a) bolinhas desenhadas, portanto objetos fixos, e (b) cubinhos de madeira soltos. O outro teste escolhido foi o *teste fundamental*, no qual é pedido que o participante forneça ao pesquisador uma determinada quantidade x de objetos, até 10. Nesses testes, era possível que algum aluno apresentasse respostas utilizando somente *subitizing*, por isso o termo usado foi *quantificação* e não *contagem*. Porém, o que se observou foi que a maioria conseguia quantificar sem contar até 3 elementos, e acima disso utilizavam o procedimento da contagem.

A habilidade de contagem das meninas de 5 anos (M5) e (L5), foi satisfatória até 3 elementos. Acima disso, a contagem era aparentemente correta, ou seja, elas enunciavam a sequência de palavras-número corretamente até 5, e faziam a associação um-a-um das palavras-número e cada cubinho, apontando com o dedo. Porém, a compreensão de quantidade não se verificou. Ao serem questionadas com relação à quantidade contada, elas repetiam o procedimento de contagem e não pronunciavam a última palavra-número.



Figura 15: (L5) em teste de quantificação – figuras fixas

Os erros cometidos pelas participantes (L5) e (M5) no procedimento de contagem são os mesmos observados na literatura (PORTER, 1999), baseados nos Princípios da Contagem de Gelman e Gallistel (1986). Porém, alguns deles eram mais frequentes. O *princípio da cardinalidade* não se verificou, ou seja, as meninas não sabiam o significado da última palavra-número mencionada por elas. Assim como visto na revisão da literatura, logo após a contagem, ao serem questionadas novamente sobre a quantidade de objetos, a resposta dada é a ação de recontagem de todos os elementos. Já o *princípio da correspondência um-a-um*, apesar de ter sido infringido algumas vezes, foi executado mais razoavelmente que o princípio da cardinalidade. A cada palavra-número mencionada, as participantes apontavam ou tocavam com o dedo os objetos a serem contados. O principal erro cometido neste princípio foi a associação de outra palavra-número a um, ou mais de um objeto já contado. Por exemplo, se o conjunto tem três objetos, A, B e C, eles foram contados da seguinte forma, cuja notação é [palavra-número]-objeto: [1]-A, [2]-B, [3]-C, [4]-A, [5]-B, ...

O *princípio da ordem estável* corresponde a enunciar a sequência numérica corretamente, o que não ocorreu com quase todos os participantes independentemente da idade, com exceção de (J6) que o fez perfeitamente até 10. Porém, havia sequências mais caóticas que outras, por exemplo, uma sequência de palavras-número enunciada por (M5) foi: [1], [2], [3], [4], [5], [7], [8] e [5], ao contar elementos soltos, no caso os cubinhos.

A participante (A12) conseguiu quantificar elementos fixos, no caso bolinhas azuis desenhadas num papel em branco, até 10 elementos. Diante da pergunta: “*Quantas bolinhas têm aqui?*”, ou seja, depois do procedimento de contagem realizado corretamente, ainda respondeu com a última palavra-número diante da pergunta “*Quantas?*” logo depois da contagem. Já com elementos soltos, ela também conseguiu quantificar a quantidade de cubinhos, até 11, que o pesquisador colocava à sua frente. Quando o pesquisador lhe pôs à prova o *teste fundamental* “*Selecione x*”, pedindo que selecionasse e desse uma quantidade de 1 ou 2 cubinhos, ela realizou corretamente. Porém, quando o número passou a ser maior ou igual a 3 elementos, não conseguiu. Sua reação foi fornecer apenas 1 ou 2 cubinhos, nesse último caso os 2 cubinhos ao mesmo tempo. (A12) soube realizar o procedimento da contagem corretamente, dando uma falsa impressão do seu

conhecimento acerca do conceito de número como quantidade de conjuntos discretos, porém o teste sinaliza a possibilidade de (A12) não ter a unidade cognitiva de quantidades acima de 3, somente para as quantidades 1 e 2.

Já (R14) conseguiu realizar o teste fundamental “*Selecione x*” até 3 elementos. Quando o pesquisador pediu 4 elementos, ele forneceu 3 ao mesmo tempo, ou seja, ele pegou um punhado de cubinhos e nesse punhado havia 3. Em seguida o pesquisador disse: “*Mas eu quero 4*” e foi solicitado a ele que contasse os cubinhos fornecidos, e ele disse: “[1], [2], [4]”, e ainda indicou com quatro dedos levantados (Fig. 16). Isso indica que (R14) sabe que a última palavra-número deve ser igual à palavra-número pedida pelo pesquisador, como no procedimento da contagem, sabe representar quatro dedos na mão, mas não fica claro que ele tem a unidade cognitiva do significado de 4, e talvez ele também não tenha ainda a aquisição completa do *princípio da abstração*, no qual todo conjunto discreto pode ser quantificado independentemente de sua natureza.



Figura 16: (R14) em teste “*Selecione x*” e contando o resultado final

Com relação aos objetos fixos, (R14) teve um desempenho semelhante à (A12), ou seja, conseguiu contar conjuntos até 9 elementos executando o procedimento da contagem corretamente. Mas alguns fatos interessantes ocorreram. Ao terminar de contar as bolinhas até 5 unidades, (R14) sempre indicou a resposta, diante da pergunta “*Quantas?*”, dizendo corretamente a última palavra-número e

levantando a quantidade de dedos correspondente. Acima de 5, ele somente respondia com a última palavra-número. Às vezes ele errava a sequência padrão de palavras-número sempre pulando do [6] para outro número maior [8] ou [9]. Parece que quanto mais o pesquisador pedia para ele contar objetos fixos e não fixos, mais erros cometia na sequência de palavras-número, indicando algum tipo de cansaço mental. Por exemplo, para um conjunto com 9 elementos a contagem foi [1], [2], [3], [4], [5], [6], [40], [18], [9]. Ao terminar de contar um conjunto com 7 elementos fixos corretamente, o pesquisador pede para que ele forneça 7 cubinhos, e a resposta é a entrega de um punhado com 5 cubinhos. Portanto (R14) mostra que tem como uma *unidade cognitiva* o procedimento da contagem tanto para objetos soltos como para objetos fixos, porém não têm o conceito cardinal de quantidade exata acima de 3 elementos.

A participante (B19) também conseguiu contar objetos fixos e não fixos até 10 elementos sem problemas, como (R14) e (A12). Às vezes, ela errava a sequência padrão de palavras-número sempre pulando do [2] para o [4], mas o procedimento de associação um-a-um, associar a cada objeto somente uma única palavra-número, e repetir a última palavra-número foram corretos. Já para o teste fundamental “*Selezione x*”, ela não conseguiu realizar a tarefa para quantidades maiores que 3. Diante de 16 cubinhos, o pesquisador pede para que ela dê em sua mão 5 cubinhos. (B19) inicia colocando um cubinho sem contá-lo e no segundo cubinho inicia a contagem [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [14], [15], [16], [17], ou seja, é como se ela esquecesse do pedido de 5 cubinhos durante sua contagem, e simplesmente conta todos os cubinhos em sua frente.

Em outra oportunidade (B19) conta corretamente, 4 bolinhas pintadas na face de um dado, e logo em seguida, o pesquisador solicita que ela pegue 4 cubinhos. Ela pega 1 cubinho e depois mais um punhado com 4 cubinhos. O pesquisador pede que conte os cubinhos e ela descobre que são 5. Ele insiste “*Eu só queria 4*”, e ela curiosamente fornece um único cubinho, o que “rotulou” de [4] na contagem. Isso pode indicar que ela não tem o conceito da quantidade 4, mas acredita que a palavra quatro, se refere ao cubinho que associou à palavra-número [4].

Num outro teste, o pesquisador disponibilizou 12 cubinhos à frente de (B19) e pediu que contasse a quantidade total. Ela realizou a seguinte contagem: [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [9], [5], e conclui que haviam apenas 5 cubinhos. Esta é outra evidência que ela não estabeleceu a relação de número e quantidades, e

ainda, que a resposta diante da pergunta: “*Quantos?*” é sempre a última palavra-número. O pesquisador diminuiu a quantidade para 9 cubinhos e solicitou uma nova contagem, o que ela fez sem dificuldades, porém, logo em seguida ele pediu que ela colocasse em suas mãos 9 cubinhos, e o que ela fez foi fornecer um punhado de 5 cubinhos de uma vez, sem contagem. Isso deixa claro que apesar da contagem até 9 estar correta, o conceito da quantidade exata de 9 é falha.



Figura 17: (B19) fornecendo um punhado de cubinhos à solicitação de 9.

Os participantes (J6), (P6) e (A16) conseguiram realizar o procedimento da contagem com objetos fixos e soltos até 10 elementos e também conseguiram com sucesso *selecionar* para o pesquisador quantidades até 10 elementos, que é o teste considerado mais difícil cognitivamente. Neste momento, (A16) mostrou que, apesar de não compreender a situação do princípio da conservação, ele consegue quantificar até 13 elementos e, portanto, conjectura-se que o entendimento do princípio da conservação poderia não ser necessário para a compreensão de quantificação e o processo da contagem.

Subtizing

Uma das hipóteses deste trabalho é a melhoria na habilidade de quantificação, seja contagem ou *subitizing*, por meio da ampliação da imagem

conceitual de *número*. Um dos objetivos pretendidos é aumentar a imagem conceitual de número por meio da apresentação de outras possíveis unidades cognitivas, como por exemplo, a manipulação de diferentes configurações espaciais de objetos observados e sua respectiva cardinalidade, no caso, as configurações de dedos e as formas numéricas do Numicon. Tendo essa experiência, espera-se que os participantes consigam, no momento da quantificação, relacionar a quantidade pedida, por exemplo, 5 bolinhas, à imagem conceitual de número que fora ampliada.

A habilidade de quantificação verificada por meio de *subitizing* se restringiu até 2 unidades em (M5). Por sua vez, (L5) identificou apenas a quantidade 1 em objetos fixos e objetos soltos. (M5), que identificou a quantidade 2, fez com figuras fixas, e com objetos soltos, como o cubinhos, porém não conseguiu com 3 objetos ou mais.

Com o objetivo de apresentar outras representações de quantidades numéricas, foi criada a atividade “Jogo da memória”, com as peças do Numicon como as figuras das cartas do jogo, e aplicado apenas para (M5) e (L5), pois os outros participantes reconheciam, por *subitizing*, quantidades até 3 elementos.

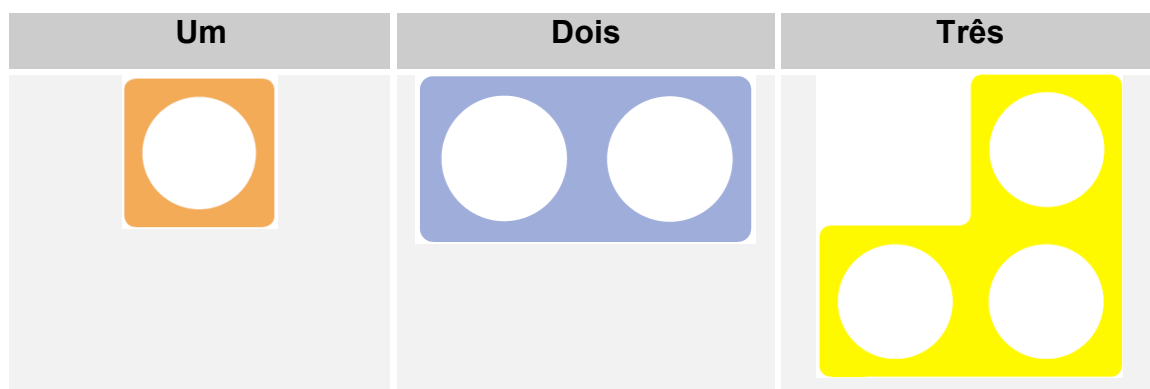


Figura 18: Cartões do jogo da memória

Como o jogo tradicional, são apresentadas 3 pares de cartas, sendo cada par representado por uma das figuras acima. Então existem duas cartas [um], duas cartas [dois] e duas cartas [três]. Elas são viradas para o chão de forma que o jogador só consegue ver a parte em branco de trás das cartas. Cada jogador escolhe duas cartas e as vira para cima verificando se são iguais. Se forem iguais, o participante ganha as cartas. Se forem diferentes as vira novamente para o chão.



Figura 19: (L5) em atividade de subitizing – jogo da memória

No decorrer do jogo, conforme as cartas são viradas para cima na tentativa de encontrar os pares correspondentes, pronuncia-se a quantidade que cada uma representa. De uma forma natural, pretende-se que os jogadores, aos poucos, identifiquem as quantidades por *subitizing*. O jogo pode ser estendido para quantidades maiores, mas neste estágio a atividade foi realizada apenas com os pares descritos acima.

Apesar de o jogo entreter as meninas e elas gostarem bastante, ele não foi muito utilizado, pois rapidamente elas conseguiam identificar as três formas com facilidade. (M5) tinha mais facilidade em memorizar as formas, por outro lado (L5) nem sempre dizia o valor dos cartões virados, mas tinha mais facilidade no jogo da memória.

Para os outros participantes, as três primeiras formas do Numicon foram memorizadas facilmente, então a atividade não faria diferença para eles.

A tabela abaixo mostra cada um dos participantes e seus desempenhos em cada um dos testes de habilidades numéricas realizados até este momento:

Tabela 3: Participantes e suas respectivas habilidades numéricas

Alunos	Princípio da Conservação	Contagem objetos fixos	Contagem objetos soltos	Teste “Selecione x”	Subitizing de objetos
(L5)	Não entende	Até [5]	Até [5]	Até [1]	Até [2]
(M5)	Não entende	Até [5]	Até [5]	Até [2]	Até [2]
(P6)	Entende	Até [10]	Até [13]	Até [10] ok	Até [3]
(J6)	Não entende	Até [17]	Até [17]	Até [14] ok	Até [3]
(A12)	Não entende	Até [10]	Até [11]	Até [2]	Até [3]
(R14)	Entende	Até [9]	Até [10]	Até [3]	Até [3]
(A16)	Não entende	Até [10]	Até [13]	Até [10] ok	Até [3]
(B19)	Entende	Até [10]	Até [10]	Até [3]	Até [3]

Por esta tabela os participantes (P6), (J6) e (A16) estão fora das análises deste trabalho, já que concluíram o *teste fundamental* de selecionar até 10 elementos.

A primeira observação da pesquisa foi o entendimento do princípio da conservação relacionado à habilidade de quantificação, e esta relação não se verificou com os testes de contagem nem com o teste “Selecione x”. Os alunos que entenderam o princípio da conservação nem sempre conseguiram *selecionar x* objetos; por outro lado, alguns que conseguiram realizar esta tarefa não entenderam o princípio. Desta maneira, as atividades que envolviam este princípio foram descartadas para o próximo estágio.

Observou-se ainda, que não houve diferenças significativas com relação à contagem de objetos soltos ou fixos, a não ser pela idade que foi um fator relevante. As meninas de cinco anos chegaram a contar apenas 5 objetos e os demais por volta de 10 objetos.

A capacidade de *subitizing*, ou seja, de determinar a quantidade de objetos subitamente, para a maioria dos participantes foi de 3 elementos, o que é considerado normal segundo a revisão da literatura. Mesmo as constelações de pontos conhecidas, como as dos dados, não foram reconhecidas por ninguém. Todos tiveram que contar os 4, 5 e 6 pontos dos dados. Mas por outro lado, todos reconheciam os numerais “1”, “2”, “3”, ..., “9”, “10”, subitamente, então é possível que se trabalhadas as constelações das representações numéricas, como a dos dados ou as formas numéricas do Numicon, crianças com síndrome de Down sejam capazes de identificá-las com a mesma facilidade que reconhecem os numerais. Isto

condiz com o fato da *memória de curto prazo viso-espacial* dos indivíduos com síndrome de Down não ser afetada, como é a memória de curto prazo verbal.

Desde o momento quando (A16) conseguiu *selecionar* até 10 cubinhos no *teste fundamental*, ou seja, na atividade considerada “divisora de águas” e a mais difícil cognitivamente, foi analisado o que de diferente havia nela em comparação ao teste de contar objetos soltos, e quais processos cognitivos (A16) poderia estar utilizando que os outros participantes não usaram. Observou-se que ele simplesmente contava normalmente como no teste de quantificação de objetos soltos, porém deslocava os cubinhos para uma distância maior do conjunto inicial e parava no número pedido (Fig. 20). Então surgiu a ideia de criar uma atividade na tentativa de fazer com que os outros participantes também conseguissem o mesmo desempenho. E esta atividade marca a passagem do 1º para o 2º estágio.



Figura 20: (A16) selecionando x elementos

3.3.2 – SEGUNDO ESTÁGIO DE PESQUISA

O 2º estágio de pesquisa é marcado pela criação e aplicação do primeiro *organizador genérico*, que visa o entendimento do número enquanto quantidade de conjuntos discretos, e este organizador genérico será chamado de *Atividade Fundamental de Quantificação*, ou simplesmente *Atividade Fundamental*. A

inspiração desta atividade, descrita mais adiante, surgiu a partir do desempenho de (A16), no *Teste Fundamental*, ao conseguir *selecionar* até 10 objetos para o pesquisador, mesmo sem entender a situação do princípio da conservação. Para este estágio, serão analisados todos os participantes do 1º estágio, porém mais profundamente os alunos da APAE-RIO. As quatro crianças menores de 7 anos, apesar de integrarem o grupo dos primeiros participantes, não farão parte da análise mais detalhada deste trabalho. As sessões com as meninas de cinco anos (M5) e (L5) eram um pouco difíceis de serem executadas, já que a atenção delas era restrita a aproximadamente 10 minutos por encontro, talvez por estarem em sua própria residência e na presença da mãe e/ou de uma babá, e muito provavelmente as atividades não eram muito atrativas para elas, apesar de elas demonstrarem gostar bastante do pesquisador. Elas não atingiram os resultados esperados no período do 2º estágio de pesquisa. Para que elas tivessem uma desenvoltura no recitar da sequência padrão de números naturais, na correspondência um-a-um das palavras-número com os objetos, demandaria um tempo maior, um tempo de amadurecimento das atividades ali propostas. Já os meninos (P6) e (J6) sabiam quantificar pelo menos até 10 elementos pelo teste “*selecione x*” e, portanto, o objetivo desta pesquisa, que é a análise da aquisição desta habilidade, não faria sentido para eles. Porém, estas crianças foram de suma importância para o repensar das conjecturas e dos testes, e para o desenvolvimento das atividades propostas nesta tese.

O trabalho com os alunos da APAE aconteceu de forma mais tranquila e organizada. Cada um deles tinha um horário determinado, com o pesquisador, uma ou duas vezes por semana. Talvez, por eles estarem acostumados com o ambiente escolar e suas “regras”, e pela idade mais avançada, participavam durante todo o período das sessões de 30 minutos. Por esse motivo, as análises se voltaram mais para este grupo.

Portanto o 2º estágio é definido a partir de 13/07/2010, data da primeira aplicação desta atividade até o último dia de atividades com esses alunos, em 28/09/2010, com uma média de oito encontros por participante, neste estágio.

3.3.2.1 – A Atividade Fundamental de Quantificação: 1º Organizador Genérico

Quando (A16) realizou o *teste fundamental*, foi observado que a diferença crucial de *contar n* elementos dispostos à frente do estudante e *selecionar x* objetos de um conjunto maior era a separação física do local original para outro local. (A16) separava-os do conjunto original e procedia a contagem normalmente, usando o princípio da correspondência um-a-um, o princípio da ordem estável, o princípio da cardinalidade e o princípio da irrelevância da ordem. Então foi pensado em criar este local de maneira mais visível com um barbante (Fig. 21). Mas, além disso, era preciso um artifício para que se comprovasse, para o aluno, que o processo de contagem atendia à solicitação do pesquisador, ou seja, que o processo de contagem realizado por ele realmente estava correto e funcionava. Para desempenhar essa função de “gabarito”, a peça numérica do Numicon foi a escolhida.

A *atividade fundamental*, ou *1º organizador genérico*, consiste em apresentar ao participante uma nova unidade cognitiva, a forma do Numicon que representa a quantidade requisitada pelo pesquisador, e instigá-lo a escolher uma estratégia de seleção de objetos. As peças do Numicon podem ser consideradas unidades cognitivas, pois são símbolos que representam números e o indivíduo é capaz de focar sua atenção nesta estrutura cognitiva por um determinado instante. Logo em seguida, é solicitado ao participante a mesma quantidade de pinos que a forma do Numicon representa, ou seja, nesse momento exige-se do aprendiz outra unidade cognitiva: uma estratégia para a seleção de pinos. Diante do aluno é delimitada uma região com um barbante, onde são colocados os pinos do Numicon selecionados pelos participantes. Do lado esquerdo, é colocada uma quantidade de pinos maior que a pedida, e do lado direito é posta a forma numérica do Numicon, que servirá como se fosse uma espécie de confirmação para a atividade. O objetivo do aluno é colocar, primeiro, dentro da região a quantidade pedida e dizer quando está pronto. Após este momento, é feita a conferência, pelo participante, dos pinos selecionados, encaixando-os na forma numérica do Numicon. Para realizar esta atividade, os participantes podem se utilizar de três procedimentos: (a) contagem, (b) *subitizing* ou (c) associação um-a-um. Em qualquer um dos casos, estes procedimentos serão considerados como *raízes cognitivas*, pois são familiares para os estudantes e facilmente executados por eles, e, além disso, são uma possível base para a construção do conceito de número. Por exemplo, tanto a contagem como o

subitizing tem o potencial para relacionar um determinado número à quantidade por ele representado. Já a associação um-a-um relaciona dois conjuntos diferentes, potencializando o entendimento de quantidades equivalentes. E é exatamente a associação de números com as respectivas quantidades o objetivo deste 1º organizador genérico. Este pode ser considerado um organizador genérico, pelos seguintes motivos: (a) o participante pode manipular objetos desse ambiente; (b) a atividade possui *exemplos* do conceito, que são os números por meio das formas do Numicon; (c) a atividade fornece *contraexemplos* no caso do participante errar a quantidade selecionada por meio do “gabarito”; (d) a atividade induz a utilização de uma *raiz cognitiva* para sua realização, no caso um dos três procedimentos: contagem, *subitizing* ou associação um-a-um; (e) a atividade propicia a observação de relações possíveis e não possíveis, como a relação entre a quantidade solicitada e o procedimento adequado para tal solicitação, ou a quantidade selecionada e a conferência no “gabarito” da forma numérica do Numicon; (f) proporciona, também, uma visão global do conceito de número, com a forma numérica do Numicon, juntamente com a conferência da quantidade selecionada pelo participante.



Figura 21: (A12) realizando Atividade Fundamental

Se sobrar pinos na região central, o pesquisador lamenta e faz a observação para o estudante que sobrou pinos, e o objetivo é deixar a região completamente vazia depois da conferência. Se faltar pinos que preenchem a forma numérica do

Numicon, novamente o pesquisador lamenta e observa junto com o aluno quantos pinos ainda faltam para completar a forma numérica. E nesses casos a atividade é repetida. Em ambos os casos, a própria seleção do aluno é um *contraexemplo* da quantidade pedida pelo pesquisador. Lembrando que dentro do organizador genérico é necessária a presença de exemplos, contraexemplos, unidades cognitivas e pelo menos uma raiz cognitiva. Quando o aluno tem sucesso na atividade o pesquisador comemora juntamente com ele cumprimentando-o. Geralmente eles gostam bastante desta comemoração, na qual há uma saudação como *“Muito bem fulano de tal!!! Parabéns!!! É isso mesmo!!!”*, e o contato físico, como um aperto de mão ou uma batida de mãos no ar (fig. 22).



Figura 22: (A12) cumprimentando o pesquisador depois de ter êxito na atividade

Depois de realizada esta atividade algumas vezes, o pesquisador retira o “gabarito” e simplesmente pede ao participante que coloque na região delimitada x elementos. Percebeu-se que, nesta situação, os alunos esqueciam-se da quantidade pedida, então o pesquisador passou a segurar a forma numérica na frente deles para que se lembrassem, e obtiveram o mesmo sucesso anterior. Mas como essa situação é muito parecida com o caso inicial, em que a forma fica à direita, a atividade evoluiu deixando à mostra somente o numeral que representa a quantidade pedida, já que eles os reconhecem facilmente. Então os participantes

tinham a possibilidade de olhar para o numeral e se certificar ou lembrar-se do pedido pelo pesquisador (fig. 23). E desta maneira se encerra esta atividade.



Figura 23: (B19) conferindo a quantidade pedida

3.3.2.2 – A Atividade Significativa da Sequência Padrão dos Números naturais: 2º Organizador Genérico

Abaixo será exposto todo o processo de criação desta atividade, desde a motivação inicial até o formato final dela.

Durante a realização da *Atividade Fundamental* (1º organizador genérico), percebeu-se que os participantes gostaram dela e estavam com um bom desempenho, em comparação às primeiras sessões, no procedimento de contagem no que diz respeito ao princípio de correspondência um-a-um e o princípio da cardinalidade; porém, muitas vezes se perdiam e erravam o princípio da ordem estável, ou seja, a sequência padrão de palavras-número frequentemente era incorreta, comprometendo o resultado final. Os alunos faziam a associação de uma única palavra-número com um único objeto corretamente e terminavam com a palavra-número requerida também de forma correta (princípio da cardinalidade), mesmo quando erravam a sequência numérica padrão. Por exemplo, foi pedido para um participante que *selecionasse* 5 elementos, e aconteceu a seguinte contagem:

[1], [2], [4], [5]. O resultado final foi 4 elementos, e a contagem terminou em 5, como solicitado. Pensando nisso foram criadas as *atividades significativas da sequência padrão dos números naturais*.

Outra hipótese desta tese é a importância de se conhecer a sequência numérica padrão dos números naturais *significativamente*, para o entendimento do conceito de número e, conseqüentemente, melhorar a compreensão de quantificação de conjuntos discretos e o processo de contagem. O sentido da palavra *significativamente* diz respeito não só à memorização correta da sequência padrão de palavras-número, mas principalmente à importância de dois fatos: (a) a visão por completo da sequência dos *numerais* de 1 a 10 e suas respectivas quantidades, e (b) o padrão físico-espacial de crescimento e decrescimento unitário, e sua relação com as palavras-número “vizinhas” de aumento/diminuição de uma unidade. Ou seja, recitar a palavra-número [3] e depois [4] não é apenas uma questão de memorização. O objetivo é dar um *significado concreto* a esta ação, que é a inserção de mais um elemento ao conjunto e, com isso, associar o *procedimento* de contagem ao *conceito* de aumentar a cardinalidade do conjunto de uma unidade. Porém, para se alcançar o desenho final da atividade, outras foram testadas, descartadas, desenvolvidas.

O início da criação deste *organizador genérico* começa com um fato interessante: todos os participantes, inclusive as meninas de cinco anos, reconheciam a escrita numérica de 1 a 10. Ou seja, elas olhavam o numeral “7” e rapidamente diziam [sete]. Com esta informação, a primeira atividade se voltou mais para a intenção de “fixar” a sequência numérica e explorá-la na forma de uma brincadeira de bater palmas. Aliás, notadamente todos os participantes gostaram muito desta ação corporal durante as sessões.

A primeira atividade teve o simples objetivo de contribuir para a memorização da sequência numérica padrão por meio de uma maneira lúdica, com palmas. Ela consistiu em apresentar a sequência numérica por meio de uma faixa na qual se tem a reta numerada de zero a dez com as respectivas peças do Numicon acima de cada numeral (fig. 24).



Figura 24: Faixa numerada de 0 a 10 com as respectivas peças do Numicon

A brincadeira, inicialmente, consistia em contar do 1 ao 10, apontando as mãos juntas para cada número no ritmo da contagem e bater palma somente no número onde estivesse um pino do Numicon. Percebendo que a participante (M5) não estava confortável em contar até o 10, pois tinha que fazer um esforço muito grande para se deslocar no chão, a faixa foi reduzida do 1 ao 5 e, conforme ela foi se acostumando com a atividade, a faixa foi se estendendo até o 10. Inicialmente também foi colocado apenas um pino, em algum número, e depois o número de pinos foi aumentando até todos os números estarem com um pino (fig. 25). Então, no final, ela estava observando a faixa com todos os números de zero a dez e prestando atenção para bater palmas para todos os números. Mesmo que ela não tivesse realizado a atividade com perfeição, o importante foi ela ter pronunciado em voz alta a sequência correta conforme batia palmas a cada número falado.



Figura 25: Atividade de sequência numérica padrão

Pensando em melhorar a visão da sequência numérica padrão, foram usados cartões soltos com as escritas numéricas maiores, e as formas numéricas do

Numicon. Nesta atividade (M5) soube nomear cada escrita numérica corretamente e, com a ajuda do pesquisador, ordenou os cartões e os associou com as formas numéricas do Numicon.

Primeiramente, apresentaram-se os cartões numerados de 1 a 10 um a um numa sequência aleatória, e (M5) reconheceu todos eles (Fig. 26). Com os cartões dispostos e misturados à sua frente, pediu-se para (M5) ordená-los e encontrá-los começando pelo 1; o pesquisador sempre dizia “[1], [2], ..., [x],... Depois do [x] vem o...” mostrando a quantidade x de dedos e logo em seguida x+1 dedos.



Figura 26: (M5) em atividade de sequência numérica com escritas numéricas

Em seguida, com a sequência numérica montada, foram apresentadas as formas numéricas do Numicon de {1} a {10}, nesta ordem, e pedido para (M5) associá-las às respectivas escritas numéricas (Fig. 27). Apesar das formas já estarem na sequência correta, (M5) primeiro tentava identificá-la, ou por *subitizing* ou contando, para depois procurar o numeral correspondente.



Figura 27: (M5) em atividade de sequência numérica padrão com formas do Numicon

A seguir, retirou-se as escritas numéricas e pediu-se para (M5) identificar as formas do Numicon, estando estas na sequência padrão (Fig. 28). Ela foi bem até o {5}, mas confundiu a forma {6} com a {4}, e a forma {7} com a {5}; depois do 7 foi bem até o 10.



Figura 28: (M5) identificando formas do Numicon

Identificadas as formas numéricas do Numicon com a sequência padrão formada com estas, foram apresentadas as escritas numéricas aleatoriamente e

solicitou-se à (M5) que as colocassem nas respectivas formas numéricas (Fig. 29). Lembrando que (M5) não tem dificuldades em reconhecer as escritas numéricas, nesta atividade ela teve dificuldades em encontrar as formas {3}, {4}, {8}. Porém teve facilidade em reconhecer as formas {1}, {2}, {7}, {9}, {10}. A forma {5} teve ajuda da babá e a forma {6} foi a última.



Figura 29: (M5) associando formas numéricas escritas com formas do Numicon

Novamente, com a sequência padrão montada com numerais e formas do Numicon, fez-se a brincadeira das palmas, agora em todos os números. Interessante que sempre depois do [5] ela pulava para um número que não era o [6]. Desta vez foi para o [8]. O pesquisador chamou a atenção dela para a existência do [6] e com isso ela completou a atividade até o [10].



Figura 30: (M5) em brincadeira das palmas

Apesar de esta atividade ter sido bastante prazerosa para as participantes de cinco anos, elas não conseguiram ter o sucesso esperado neste período do 2º estágio, e memorizar a sequência numérica padrão foi uma grande dificuldade. Por outro lado, os participantes da APAE-RIO aproveitaram bastante esta atividade.

Ainda com o objetivo de melhorar a visão geral da sequência numérica de 1 a 10, foi pensada e aplicada outra atividade para trabalhar a ideia de antecessor e sucessor. Esta atividade consistiu em apresentar a reta numerada do Numicon, deixar à mostra somente um dos números recolhendo os outros, por exemplo 5, e perguntar se um determinado número x estava à direita de 5 ou à esquerda de 5. Com isso pôde-se analisar a noção dos participantes em relação às posições dos números na reta numerada. Porém esta atividade não continuou sendo aplicada, pois o objetivo maior era trabalhar as ideias de sucessor e antecessor.

A outra proposta está representada na figura 31, na qual se questionou os sucessores e antecessores de um determinado número. Os números sucessores eram mais fáceis de serem identificados, porém os antecessores não tanto. Esta atividade foi posta em prática apenas uma sessão com (B19) e (A16). Diante da dificuldade dos participantes em identificar sempre o antecessor, foi criada outra atividade para tentar auxiliar neste importante conceito. Foi nesse momento que o

auxílio dos dedos se tornou fundamental. A ideia foi se basear nos dedos para determinar o próximo número ou o número anterior.

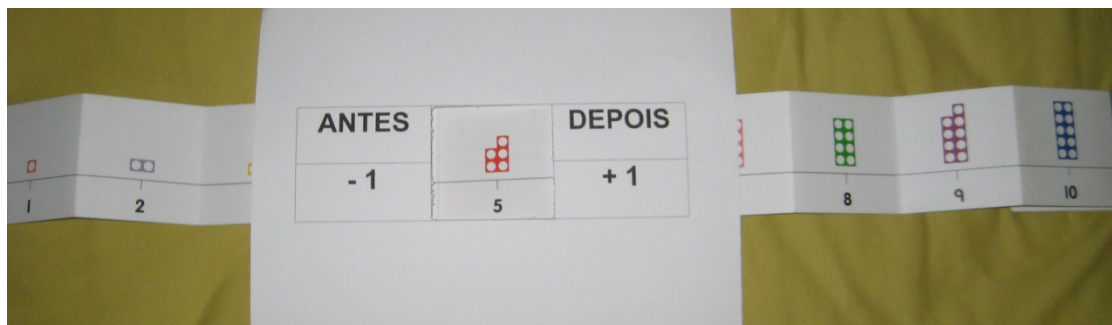


Figura 31: Reta numerada e proposta de atividade de sucessor e antecessor

Subitizing e Dedos

A outra hipótese desta tese é a importância de se reconhecer e executar, com os dedos das mãos, a unidade cognitiva “representação dos números de 1 a 10”, por meio de uma seleção de dedos levantados, para auxiliar na quantificação e entendimento do conceito de número.

Um dado interessante é que a maioria dos participantes não conhecia ou não conseguia executar a representação nos dedos de 6 em diante. Eles sabiam com certa facilidade até o 5, mas quando o pesquisador pedia para mostrarem 6 dedos simplesmente não conseguiam. Porém, verificou-se que (M5) conseguia selecionar corretamente a representação de 1 a 10 nos dedos (Fig. 32), antes das atividades, ou seja, ela foi capaz de selecionar e sentir 9 dedos erguidos, por exemplo. Então, provavelmente, os outros participantes também seriam capazes de fazê-lo.



Figura 32: (M5) representando 9 nos dedos

Para ficar claro, os participantes conseguiam apresentar de 1 a 5 dedos diante da solicitação do pesquisador, e também conseguiam identificar quantidades de dedos de 1 a 5 subitamente, na mão do pesquisador (Fig. 33).



Figura 33: (B19) identificando subitamente a quantidade de 4 dedos

As primeiras formas numéricas do Numicon, de {1} a {5}, são relativamente fáceis de serem encaixadas nos dedos de uma das mãos. Elas foram usadas no início para associar as formas numéricas à sua quantidade correspondente. Mas isto

não teve muito auxílio, pois a maioria dos participantes conseguia selecionar corretamente até 5 dedos, e as formas numéricas do Numicon acima de 5 não são tão fáceis de serem encaixadas nos dedos.



Figura 34: (M5) encaixando dedos na forma numérica {3} do Numicon

Uma curiosidade é que (A16) quando solicitado que mostrasse 4 ou 5 dedos, o fez como todos os outros participantes, ergueu todos os dedos da mão esquerda menos o polegar ou todos os dedos (Fig. 35). Por outro lado, quando lhe foi solicitado 6 dedos, ele *aponta* para o menor dedo da outra mão (Fig. 36).

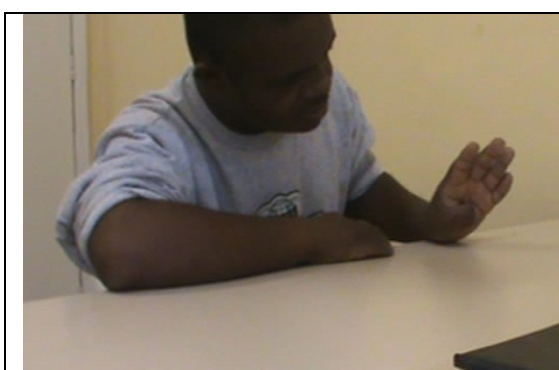


Figura 35: (A16) selecionando 4 dedos

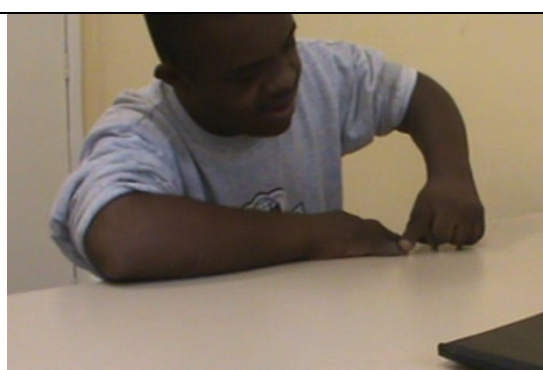


Figura 36: (A16) apontando para o 6º dedo

Esta ação sugere que (A16) possa entender a cardinalidade dos dedos até 5, porém não interpreta 6 como a quantidade de dedos e sim como um possível rótulo para o dedo apontado.

Então, por estes resultados, foi pensada a utilização de outro recurso no auxílio do entendimento de número como quantidade: os pinos do Numicon. Eles podem ser encaixados nos dedos dos participantes, mostrando para eles a quantidade de pinos juntamente com a sensação de ter os dedos levantados (Fig. 37).



Figura 37: (A12) com 10 pinos do Numicon nos dedos

Nesta atividade o pesquisador coloca os pinos um de cada vez nos dedos do participante e questiona quantos pinos possui nas mãos e quanto terá se colocar mais um pino em outro dedo. O objetivo desta atividade é, primeiramente, desenvolver a representação dos números maiores que 5 nos dedos. Juntamente com isso, pretendeu-se desenvolver a relação de sucessor/antecessor com a ação de adicionar/retirar uma unidade ao conjunto original, pois os alunos tinham como “apoio de memória”, a sequência numérica padrão em sua frente, seja com peças do Numicon ou com numerais (Fig. 38). A consequência disso é a sinalização de um significado concreto para a sequência numérica padrão.



Figura 38: (B19) em atividade de representação de números nos dedos

Este 2º organizador genérico tem por objetivo ampliar a imagem conceitual de número focando na *raiz cognitiva* “sequência numérica padrão”. Ele se presta para aqueles indivíduos que têm dificuldades em memorizar a sequência numérica convencional, ou seja, para aqueles que não têm dificuldades em recitar as palavras-número na ordem correta, este organizador genérico se torna desnecessário. É importante perceber que o padrão formado aumenta de uma unidade sempre que se avança uma palavra-número, e reduz uma unidade no sentido oposto.

O formato final do segundo organizador genérico

O 2º organizador genérico consiste em, primeiramente, fornecer ao participante alguma representação dos números de 1 a 10, ou as fichas numeradas ou as formas numéricas do Numicon, de forma que ele as identifique e as coloque em ordem. Logo em seguida, distribui-se aleatoriamente a outra representação dos números, ou as fichas ou as formas, para que se faça uma correspondência entre ambas as representações. Posto isto em sua frente, o pesquisador utiliza ou pinos, ou dedos, ou pinos nos dedos para questionar o participante sobre as novas quantidades toda vez que se adiciona ou se retira um elemento do conjunto. A sequência se localiza na frente do participante como um apoio à memória. Com isso, espera-se que o participante compreenda a dinâmica de adicionar ou retirar um

elemento, relacionada à sequência numérica padrão. Pensando em termos de organizador genérico, as sequências de cartões numerados e de formas numéricas do Numicon são os *exemplos*, que são *manipulados* pelo participante. No momento que se relaciona as formas do Numicon com as fichas numéricas, podem ocorrer erros, e é esperado que estes erros sejam questionados pelos próprios participantes, ao realizar uma conferência, ou pelo pesquisador. Neste momento, surgem os *contraexemplos*, que também são *manipulados* pelo aluno. E a *raiz cognitiva* é a própria sequência numérica que eles conhecem e às vezes lhes falham na memória. A sequência padrão de palavras-número pode ser considerada uma raiz cognitiva porque é algo familiar dos participantes e, a partir dela, pode-se iniciar o desenvolvimento de um novo conceito (uma sequência numérica *significativa*). Outra característica de um organizador genérico é fornecer uma visão global de um conceito, e esta atividade dá uma visão geral dos números de 1 a 10, com a possibilidade de o próprio participante manusear e organizar os números na ordem correta. E por fim, esta atividade possibilita um entendimento do significado de se acrescentar ou retirar uma unidade e, com isso, espera-se um aperfeiçoamento da raiz cognitiva “sequência numérica” para ser incorporada à imagem conceitual de número.

3.4 – CONSIDERAÇÕES

Este capítulo descreveu a metodologia do *design experiment*, a relação desta metodologia com o presente trabalho, o primeiro e o segundo estágios de pesquisa. O primeiro estágio mostra como a interatividade, entre pesquisador e participantes, é de fundamental importância para o desenvolvimento deste tipo de trabalho, e como sua existência direcionou o trabalho para o segundo estágio de pesquisa, no qual foram explicitados o surgimento, o desenvolvimento e a definição dos dois organizadores genéricos, além de apresentar de que forma foram aplicados.

O próximo capítulo faz uma análise mais profunda de como os organizadores genéricos influenciaram na imagem conceitual de número dos alunos com síndrome de Down.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS DADOS

4.1 – PARTICIPANTE (B19)

(B19) é uma adolescente portadora de síndrome de Down, aluna da APAE-RIO e a que tem maior idade dentre os participantes. Ela completou 20 anos durante nossos encontros. No total, foram 10 encontros de aproximadamente 30 minutos cada, iniciados no dia 22/06/2010 e terminados no dia 23/09/2010.

A seguir, são apresentados o desenvolvimento de cada sessão com (B19), a interferência dos organizadores genéricos na imagem conceitual de número, e as considerações finais da participante em questão.

4.1.1 – DESENVOLVIMENTO DAS SESSÕES

Sessão 1: Testes iniciais

No primeiro teste de contagem, com elementos soltos e fixos, ela realizou o procedimento de contagem até 12 elementos, ou seja, estabeleceu a correspondência um-a-um entre elementos e palavras-número, nem sempre na ordem correta, e respondeu à pergunta “*quantos?*” com a última palavra-número, seguindo o princípio da cardinalidade. Porém, muitas vezes ela cometeu um erro relacionado à sequência numérica padrão. Sua contagem recorrentemente foi: [1], [2], [4], [5], [6],... ou seja, muitas vezes pulou a palavra-número [3]. Com relação à habilidade de *subitizing*, ou seja, de determinar a quantidade subitamente, ela não reconheceu números acima de 3, nem representados nos dados, nem com objetos soltos, somente o 1, o 2 e o 3. Nos dedos, ela conseguiu apresentar até 5 dedos e também conseguiu reconhecer quantidades até 5 dedos. No teste “*Selecione x*” ela só conseguiu selecionar até 3 elementos, e para quantidades maiores ela pegava um punhado de cubinhos aleatoriamente e entregava ao pesquisador. Apesar do *procedimento da contagem* estar correto, em algumas das vezes, ficou claro que (B19) não tinha a noção de quantidades maiores que 3 elementos. Numa contagem de 12 elementos soltos, no caso cubinhos de madeira, ela contou: [1], [2], [3], [4], [5],

[6], [7], [8], [9], [10], [9], [5]! O pesquisador perguntou logo em seguida “*quantos?*”, e ela respondeu “*cinco*”.

Com relação a Piaget, ela pareceu entender o *princípio da conservação*, respondendo corretamente em qual conjunto havia mais elementos, mesmo com as mudanças espaciais dos objetos, quando o pesquisador os juntava ou os separava.

A questão da *seleção* de x elementos é realmente um bom teste para avaliar a compreensão de número como quantidades discretas. O caso que chamou atenção foi quando o pesquisador pediu que ela contasse os 9 cubinhos que estavam à sua frente. Ela o fez corretamente, e ao perguntar quantos tinha, ela respondeu [9], corretamente. Porém, quando o pesquisador pediu a ela que colocasse 9 cubinhos em suas mãos, logo após esta resposta, ela não conseguiu *selecionar* os 9 cubinhos, apenas pegou uma parte desses 9 e lhe entregou. Em outra ocasião, ela contou 5 cubinhos na mão do pesquisador, e este pediu que ela que colocasse 6, então ela pegou mais 2 cubinhos e os entregou, ficando com 7 cubinhos.

Ao contar 5 bolinhas impressas numa folha de papel, o pesquisador colocou cada cubinho em cima de cada bolinha associando-os. Nesse caso ela reconheceu que havia 5 cubinhos e lhe entregou os 5 cubinhos. Fez o mesmo para 8 cubinhos. Porém sem esse “suporte” ela não conseguiu realizar a seleção de 5 nem de 8 objetos.

Na primeira sessão, foram feitos testes de avaliação do conhecimento de (B19) acerca do conceito de número como quantidades discretas. Ela tinha a unidade cognitiva do procedimento da contagem até x , porém dissociada da unidade cognitiva quantidade x , para números maiores que 4.

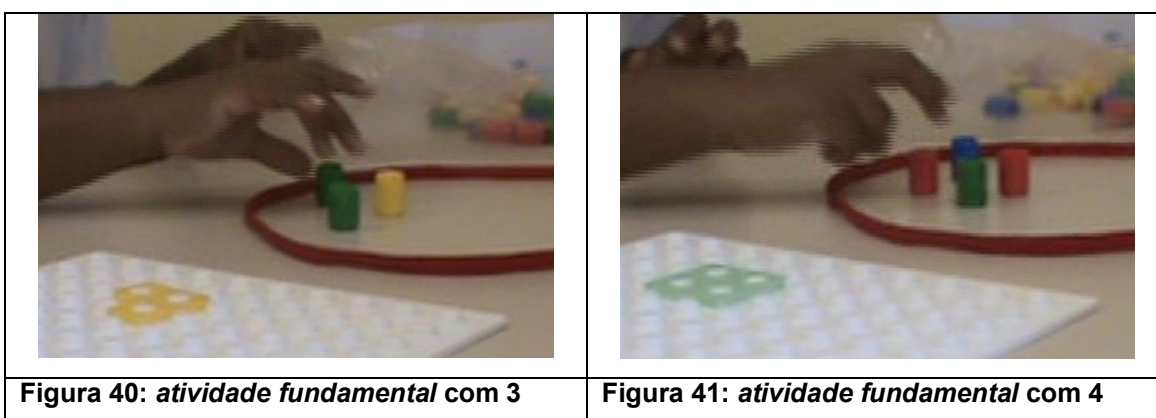
Sessão 2: Atividade Fundamental de contagem

No primeiro dia de aplicação do *organizador genérico*, definido neste trabalho como *Atividade Fundamental*, foi constatado que (B19) reconhecia todos os numerais de 0 a 10. Depois da explicação inicial da *atividade*, foi apresentado a ela um exemplo desta, feito pelo pesquisador, com 3 elementos. À sua esquerda, havia um saco plástico com vários pinos de várias cores, à sua frente um barbante disposto em forma circular e à sua direita o tabuleiro com a peça numérica do Numicon encaixada nele. Iniciou-se então a *atividade* com (B19) com o número 3 (Fig. 39).



Figura 39: (B19) em atividade fundamental para número 3

Para este número, ela aparentemente não contou, ou seja, não fez menção às palavras-número [1], [2], [3]. Talvez tenha conseguido realizar a tarefa por *subitizing* ou estimativa. Esta atitude de não contagem se sucedeu também ao número 4 e ao número 5, sendo que com 4 elementos ela acertou a quantidade, porém com 5 elementos não. É bem provável que ela tenha conseguido selecionar 3 e 4 objetos simplesmente “imitando” o formato da peça do Numicon. Perceba que a disposição dos pinos é parecida com o formato da peça.



No caso com 5 elementos ela simplesmente selecionou 4 pinos e tentou colocá-los no formato da peça 4.



Figura 42: (B19) em atividade fundamental para número 5, mas selecionando 4

Ao colocar o 4º pino, percebeu rapidamente que faltava um. O pesquisador lamentou, dizendo que faltou um objeto e que ela teria que acertar “de primeira”, ele recolheu os pinos, colocou-os novamente no saco plástico, juntamente com outros pinos, e pediu para (B19) tentasse novamente. Nesta segunda tentativa, (B19) também não mencionou palavras-números e acabou selecionando 6 pinos, agora sem formato nenhum. O pesquisador tornou a pedir que ela repetisse a atividade, e ela selecionou, sem contagem, novamente 4 pinos. Ele questionou a quantidade selecionada, lembrando que teria que pegar 5 objetos. Ela afirmou ter pegado 5. Então o pesquisador pediu que ela contasse os pinos. Sua contagem foi: [1], [2], [3], [5]! O pesquisador mostrou que faltava um número na sequência mostrando a faixa numerada e (B19) confirmou que havia apenas 4 pinos. Mas mesmo ela sabendo que o formato da peça era 5, ela ainda continuou afirmando que a atividade daria certo, ou seja, todos os pinos encaixariam em todos os furos do Numicon. Ao fazer a conferência encaixando os pinos na forma numérica do Numicon, percebeu que realmente faltava um pino. Este foi o primeiro momento que o *organizador genérico* entrou em “ação” para mostrar um *exemplo* de número 5, no caso, e um *contraexemplo* do que não é um número 5. Ou seja, se a quantidade de 4 pinos selecionados na área delimitada não for igual ao representante numérico “forma numérica 5 do Numicon” o encaixe de todos os pinos em todos os furos não acontece.

É importante dizer que, nesse momento, espera-se que os participantes percebam que se os números, entre o que foi selecionado e a forma numérica do

Numicon, não forem iguais, a atividade não dará certo, ou seja, o objetivo final é encaixar todos os pinos em todos os furos do Numicon. E é exatamente essa equivalência entre a quantidade selecionada e a forma numérica do Numicon que fará com que o participante perceba a necessidade de escolher outra estratégia para ter sucesso. E é aí que o procedimento de contagem pode surgir como uma *raiz cognitiva*, ou seja, a unidade cognitiva que é de fácil compreensão pelo estudante e é a base para o desenvolvimento do conceito.

Os princípios de contagem que (B19) domina são o princípio da correspondência um-a-um, da cardinalidade, da irrelevância da ordem e da ordem estável, apesar de algumas vezes pular do [2] para o [4]. Nesta atividade está inserido um princípio fundamental para a compreensão do conceito de número, o *Princípio da Abstração*, que diz que independentemente da natureza dos objetos o conceito de “cinco”, por exemplo, tem que servir tanto para pinos como para furos em uma peça de plástico, ou seja, os *cinco* pinos têm que ter uma equivalência com os *cinco* furos da peça do Numicon. É possível e esperado que este princípio vá se desenvolvendo ao longo dos encontros.

(B19) espontaneamente resolveu a situação de forma curiosa. Sabendo que faltava um pino para corresponder ao furo vazio, ela pegou os 4 pinos com uma das mãos, colocou-os dentro do saco plástico sem os largar e, lá dentro, espertamente, selecionou mais um pino no seu punhado de 4 pinos (Fig. 43)! O pesquisador decidiu não deixar que ela retornasse com o novo punhado para a área delimitada e ela colocou os pinos no saco novamente. E a partir daí, sem influência do pesquisador, ela começou a *contar* os pinos de dentro do saco para a área delimitada: [1], [2], [3], [4], [5]. Isso mostra que ela domina o princípio da correspondência um-a-um, já que observou a falta de um pino para encaixar no furo que sobrou, e pegou mais um. E mais, talvez nesse momento, o *organizador genérico* tenha evocado a *raiz cognitiva* “procedimento da contagem” até 5 e, juntamente com o *exemplo* da forma numérica {5} do Numicon, começou a ser formada uma possível unidade cognitiva (puc): *quantidade de 5 elementos*, lembrando que anteriormente ela não havia contado.

Embora ela tenha selecionado mais um pino para aumentar seu conjunto de 4 pinos para 5, não é possível afirmar, ainda, que ela tenha consciência de que, para se chegar ao 5 a partir do 4, basta colocar mais um pino. Ela simplesmente pode ter observado a falta de *um* pino para completar *um* furo.



Figura 43: (B19) selecionando corretamente 5 pinos

Selecionados os 5 pinos por *contagem* dentro da área delimitada pelo barbante, o pesquisador pergunta se está pronto e ela afirma que sim. Ele pede para ela conferir colocando os pinos na forma numérica {5}. Depois da conferência correta, o pesquisador comemora com ela.

A atividade segue com 6 pinos, que são selecionados novamente sem contagem, colocados na área delimitada e logo após, contados e conferidos corretamente. No próximo número, seleção de 7 elementos, ela pegou 6 pinos sem contar, colocou-os na área delimitada e contou corretamente até o 6. Ela sabia que a forma numérica do Numicon era {7} e mesmo assim afirmava que tinha acertado a atividade. Na conferência, percebeu que faltou um pino. O pesquisador lamentou e pediu para repetir a atividade. Ela repetiu o experimento separando os pinos também sem contagem e, desta vez, contou os 7 pinos selecionados e teve sucesso, porém pareceu mais uma seleção por estimativa do que uma seleção exata. Com 8 pinos, ela selecionou 7 sem contar, colocou-os na área delimitada e desta vez fez duas contagens erradas, na primeira pulou do [6] para o [8], o pesquisador sinalizou a falta do [7], e na segunda vez contou um pino duas vezes terminando com a palavra-número [8]. Na conferência ela percebeu que faltou um pino. O que aconteceu é que ela selecionou alguns pinos na área delimitada e só

depois contou, erradamente, 7 pinos. Logo depois desse erro, ela *mudou a estratégia*, e passou a contar os pinos logo no início, do saco plástico para a área delimitada. Este último erro teve uma importância primordial para (B19) ter sucesso nesta atividade. A partir dele, ela passa a ter mais acertos que erros na seleção da quantidade de objetos requerida.

Ela teve três estratégias que foram se modificando. Primeiro, iniciou selecionando as quantidades de pinos, até 4, por meio da unidade cognitiva *subitizing* e por estimativa. Depois, percebendo que poderia dar errado, como aconteceu com 5 pinos, ela mudou a estratégia. Passou a contar a quantidade de pinos depois da seleção, que ainda era por estimativa, na área delimitada. Vendo que mesmo assim poderia cometer erros, mudou a estratégia pela segunda vez. Então, começou a contar desde o primeiro pino pego no saco plástico colocando-os na área delimitada.

No caso do 9, ela obteve sucesso na primeira tentativa. Porém, no caso do 10, ela cometeu vários erros de contagem, sempre pulando algumas palavras-número, por exemplo, do [8] para o [10] e do [2] para o [4], resultando em [9] a última palavra-número. Ela só conseguiu depois da 3ª tentativa. Depois de 16 minutos de atividade, parece que (B19) cansou-se e começou a errar a sequência padrão de palavras-número e, conseqüentemente, comprometeu sua contagem. Talvez por ser uma quantidade maior, ou por já estar mais cansada mentalmente.

Sessão 3: Atividades de sequência numérica padrão e atividade fundamental

Como já dito na metodologia, os erros do princípio da ordem estável inspiraram outras atividades com o objetivo de melhorar a unidade cognitiva da sequência numérica padrão. As atividades foram de bater palmas apenas nos números que tinham pinos, reconhecer os números apontados pelo pesquisador e identificar a localização dos números falados pelo pesquisador na reta numerada.

(B19) demonstrou gostar da atividade das palmas. Foi apresentada a ela a faixa numerada do Numicon (Fig. 4.6), e a atividade era simplesmente contar e bater palmas apenas nos números que estivessem com um pino.



Figura 44: Faixa numerada de 0 a 10 com as respectivas peças do Numicon

A *identificação* dos numerais na faixa numerada (Fig. 44) pela participante foi mais simples de ser realizada do que a *localização* dos numerais na mesma faixa. O pesquisador, ao apontar para os numerais, recebia a resposta de (B19) em menos de um segundo, em média, e ao pedir que ela apontasse para os numerais enunciados por ele, (B19) demorava um segundo ou mais. A explicação pode ser que, na atividade de *identificação*, a ação é “local”, ou seja, apenas olhar o numeral e identifica-lo. Já na *localização* de numerais, a participante precisa lembrar-se de como é sua escrita e, além disso, ter a noção de *onde* se encontra tal número, se para a direita, para a esquerda ou mais no centro da faixa numerada. (B19) mostrou desenvoltura ao localizar os numerais de 1 a 10, apenas se confundindo entre o 6 e o 9, talvez por terem escritas parecidas.

Ainda nessa sessão, foi aplicada novamente a *atividade fundamental* e (B19) conseguiu na primeira tentativa a *seleção* de 9 e 10 pinos pelo procedimento da contagem, tanto na área delimitada quanto nas mãos do pesquisador.

Sessão 4: Continuação do primeiro organizador genérico e início do segundo

Esta sessão ocorreu depois de passados 19 dias do último encontro. O pesquisador solicitou a (B19) que colocasse 9 pinos na região delimitada. Ela foi colocando pinos sem contar e terminou com 6 pinos. Pareceu que ela tinha apenas entendido que era para colocar pinos na área delimitada, pois não se preocupou em contar. Na tentativa de lembrar o significado de “9”, o pesquisador pediu que localizasse o número 9 na faixa numerada, e ela não conseguiu encontrar, ficou procurando número por número e não localizou. Só obteve êxito quando o pesquisador pediu que ela identificasse os números desde o começo da faixa numerada. Isso pode apontar que a imagem conceitual da sequência numérica padrão de (B19) ainda não estava bem formada, e/ou que a memorização para ela é um processo lento e gradual. Insistindo na atividade de selecionar 9 pinos, (B19) selecionou 9, desta vez contando cada pino, mas quando colocou o nono pino na região delimitada pelo barbante fez um gesto para pegar mais um pino, como se

estivesse esquecido da quantidade pedida. O pesquisador a interrompeu dizendo que eram somente nove, e ela parou nesse momento.



Figura 45: (B19) selecionando 9 pinos nas mãos do pesquisador

Em seguida, o pesquisador fez um teste de conservação, agrupando os 9 pinos e colocando nas mãos dela. Ela afirmou que havia 5 pinos. Questionada se não eram 9 pinos, ela reconsiderou. O pesquisador transferiu novamente os pinos para suas mãos e depois para dentro do conjunto. Destas vezes, ela respondeu que havia 9.

Apesar de (B19) não ter realizado corretamente o *teste fundamental* nos primeiros instantes desta sessão, percebeu-se a melhora no seu desempenho, mesmo depois de 19 dias da última sessão. Após algumas interações com o pesquisador, ela teve sucesso ao selecionar 9 pinos e percebeu que a quantidade não variou apesar das mudanças espaciais dos pinos.

Segundo organizador genérico: o início

Na mesma sessão, o pesquisador iniciou o segundo organizador genérico que pretende auxiliar no entendimento da sequência numérica padrão de forma significativa, ou seja, ele relaciona o acréscimo ou decréscimo de um elemento a um determinado conjunto, ao sucessor ou antecessor de um determinado número. A atividade foi feita com os pinos do Numicon, o barbante delimitando uma área e a

faixa numerada do Numicon. Iniciou-se a atividade com 9 pinos. Seguiu o seguinte diálogo:

Pesquisador: “Se eu colocar um pino a mais, quantos pinos ficam?” (ao mesmo tempo que foi acrescentado um ao conjunto de 9);

(B19): “nove”;

Pesquisador: “E se eu retirar um pino”;

(B19): “nove”.

Após, foi colocado em sua frente a faixa numerada e o pesquisador propôs iniciar a atividade com um pino relacionando a quantidade às posições dos números na faixa. Nesse momento (B19) conseguiu perceber esta relação, e toda vez que o pesquisador inseria um pino no conjunto ela primeiro observava a faixa e respondia corretamente a quantidade do conjunto. Ao chegar nos 10 pinos, o pesquisador retirou um pino e ela respondeu: “dez”. O pesquisador insistiu colocando um dedo no número dez da faixa e refazendo a pergunta. Desta vez (B19) olhou para a faixa e respondeu corretamente “nove”. E a atividade avançou desta maneira até o zero.

Em seguida, o pesquisador retirou a faixa e iniciou o conjunto com 3 pinos. Ao incluir um pino, a resposta incorreta de (B19) foi “dez”. O pesquisador fez com que ela contasse os 4 pinos. Retirou um dos pinos e perguntou quantos havia. Ela respondeu, por *subitizing*, corretamente: “três”. E desta vez, ao inserir mais um pino, ela respondeu corretamente: “quatro”. A atividade continuou com erros e acertos até o 10º pino. Sempre que acontecia um erro, o pesquisador perguntava qual o número que vinha depois e às vezes mostrava na faixa numerada.

Percebeu-se que (B19) tinha dificuldades ao iniciar uma nova atividade, mas com situações mais simples, ou seja, com números menores, ela conseguiu realizá-las com sucesso. Se houvesse pequenas variações nas atividades, ela voltava a cometer erros e o pesquisador precisou encontrar uma situação que a fizesse compreender o que era proposto. Por outro lado, (B19) surpreendeu o pesquisador quando se autocorrigiu. Ao acrescentar um pino no conjunto de quatro ela diz erradamente: “quatro”, e logo em seguida corrige dizendo: “não, é cinco”. Esta atividade é retomada mais a frente com os dedos das mãos.

Sessão 5: Retrocesso e mudança de estratégia do pesquisador

Uma semana após a última sessão, o pesquisador fez o teste fundamental e pediu a (B19) nove pinos. Ela contou: [1], [2], [3], [4], [5], [6], [4]. A partir de então,

ela cometeu vários erros de contagem, principalmente com referência ao *princípio da ordem estável*, ou seja, em quase todas as contagens a sequência de palavras-número padrão estava incorreta. O pesquisador propôs a ela que selecionasse um número menor: “*Coloque 5 pinos aqui dentro do círculo*”. Sem nenhum suporte material, ela começou a colocar os pinos no círculo delimitado pelo barbante sem contar e, num dado momento, parou, igualmente como fez no primeiro dia da aplicação da *atividade fundamental*. Contando os pinos, ela constatou que havia sete. O pesquisador insistiu que só queria cinco. Ela recolheu todos os pinos e tentou novamente. O pesquisador, ao perceber que ela não iria contar, falou a palavra-número [1] quando ela pegou o primeiro pino, e só a partir disto ela mesma continuou a seguinte contagem: “[2], [3], [4], [5], [6], [4]”. Coincidentemente igual à primeira contagem do início da sessão. O pesquisador, então, propôs a *atividade fundamental* com o número 5. (B19), ao ver a forma numérica {5} do Numicon, imediatamente disse: “*cinco*”. É possível que ela tenha associado a palavra-número [5] à cor vermelha da forma, mas é claro também que o tamanho da forma é relevante ao observar a forma {5} e isso que é importante neste trabalho, que ela associe as palavras-número à imagem da quantidade, modificando assim sua *imagem conceitual* dos números. Por outro lado, (B19) não conseguiu realizar a atividade com sucesso, cometendo vários tipos de erros, mesmo com a quantidade 5. Erro do princípio da ordem estável: “[1], [2], [3], [5], [4], [5]”. Em outra tentativa ela contou e selecionou corretamente 6 pinos, mas o pesquisador alertou-a que eram apenas 5 o solicitado, e ela afirmou que daria certo se colocasse os 6 pinos na forma 5, mesmo sabendo que eram diferentes. Parece que ela não se lembrava do que havia vivenciado nas sessões anteriores. Na tentativa com a quantidade 6, ela contou: “[1], [2], [3], [5], [6], [7], [6], [5], [7]”. Resultando 9 pinos. Ao tentar conferir encaixando os pinos na forma {6}, ela constatou dizendo que sobraram 3 pinos. Essa constatação foi por *subitizing*. Na segunda tentativa de selecionar 6 pinos ela conseguiu com sucesso. Ao ver a forma numérica {7} do Numicon, também a identificou de imediato. Mas ela cometeu três erros. Um erro imprevisto de, ao terminar de selecionar 7 elementos dentro do círculo, pegar um dos pinos e contar [8] retirando-o do conjunto e devolvendo-o para o amontoado de pinos de onde retirava. O outro erro foi diferente também. Ela selecionou corretamente 7 pinos e fez uma pausa, observou a forma 7 do Numicon para constatar que eram mesmo 7, mas neste momento ela estava com um pino a mais na mão e colocou-o junto aos 7

pinos e contou [7]. Na 3ª tentativa cometeu o erro do princípio da ordem estável e contou: [1], [2], [3], [4], [7], [8], [10], [9]. O pesquisador, por sua vez, pediu que (B19) contasse a quantidade selecionada, e, além disso, ele sempre ressaltava que se o número contado na seleção estivesse diferente do número que a forma numérica do Numicon representava, a atividade não daria certo. Para constatar isso (B19) conferia encaixando os pinos na forma numérica. Já na quarta tentativa de selecionar 7 elementos, e com 32 minutos de sessão, (B19) espontaneamente recorre à faixa numerada do Numicon, que sempre esteve em sua frente durante esta sessão, para consultá-la e seguir a sequência numérica padrão observando-a (Fig. 46).



Figura 46: (B19) observando faixa numerada como suporte à contagem

Em algum momento desta sessão, supôs-se que (B19) poderia não assimilar o que estava sendo pedido e talvez esquecesse a quantidade que teria que selecionar. Pensando neste fato, o pesquisador mudou a estratégia para as próximas sessões, deixando em suas mãos a forma numérica do Numicon e bem à vista de (B19).

Sessão 6: Atividade fundamental e novas descobertas

Nove dias depois da última sessão, o pesquisador inicia com a *atividade fundamental* a partir do número 3. (B19) começou com uma seleção e contagem de

5 elementos, conferiu e percebeu que não havia dado certo. Na segunda tentativa fez uma contagem e seleção até 4 pinos e, no final, falou a palavra-número [3] sem selecionar nenhum pino, apenas movimentando um dos pinos já selecionados, resultando em 4 pinos desta maneira: [1], [2], [3], [4], [3]. Na terceira tentativa fez a contagem: [1], [2], [4], [5], [3], resultando 5 elementos. Ao contar corretamente os pinos já selecionados, constatou que havia 5. Na quarta tentativa, ela fez algo inusitado, contou: [1], [2], [3], [4], [3], resultando 5 pinos, retirou um pino sem dizer nada, olhou para a forma numérica {3} do Numicon, olhou para os pinos, retirou mais um pino, contando corretamente: [1], [2], [3]. O pesquisador: *“Agora será que dá certo?”*; ela disse: *“Aham!”*, e confirmando o pesquisador comemorou com ela.

Parece que (B19) precisa de um tempo de adaptação a cada atividade iniciada, mesmo que já tenha vivenciado as atividades propostas.

A próxima tentativa foi com o número 4. Ela iniciou contando: [1], [2], [4], [5], [6], [7], [8], resultando em 7 pinos. A aluna observou a forma numérica {4} do Numicon e o pesquisador perguntou: *“Será que vai dar certo?”*. Ela olhou para os pinos e imediatamente disse: *“Não”*. Então, a estudante retirou um punhado de 3 pinos sem contagem e recolocou um deles, resultando em 5 pinos. O pesquisador questionou se não era melhor contar antes de conferir, e ela disse que não. Ao conferir, ela constatou que sobrara um pino. Na próxima tentativa, ela selecionou 5 pinos contando: [1], [2], [3], [4,5], [4]. Neste caso [4,5] significa que ela fez uma contagem dupla para um único pino. Inexplicavelmente, e sem dizer nada, ela retirou um pino do conjunto resultando em 4 pinos no total, e disse: *“Agora dá certo”*. Curioso observar que a formação espacial dos pinos estava semelhante à forma numérica 4 do Numicon. Ao conferir, ela constatou que a atividade havia dado certo.

Com o número 5, (B19) reconheceu a forma numérica de imediato, como fez em sessões anteriores, e iniciou a seleção com contagem, desta vez observando a faixa numerada: [1], [2], [3], [4], [5,6], [7], [8], [5], resultando em 8 pinos. Percebeu-se no vídeo que, ao se basear na faixa numerada, ela segurou o 5º pino e olhou para o próximo número da faixa, que é o 6, e assim fez a contagem do mesmo pino duas vezes. Na contagem [7] e [8] ela não olhou para a faixa, fez uma pausa, observou a forma 5, a faixa numerada para o número 5 e terminou a contagem com a palavra-número [5]. Ao conferir, constatou que sobraram 3 pinos. E a partir daí, ela adotou a estratégia de retirar os pinos encaixados e separá-los do monte de pinos, para a próxima tentativa. Mesmo assim, na 2ª tentativa ela contou: [1], [2], [3], [4], [5,6],

{*retira um pino*}, [2], [5], {*o pino cai e ela o recoloca*}, [5], resultando em 7 pinos. O pesquisador perguntou novamente se não era melhor contar os pinos do círculo antes de encaixá-los no “gabarito”. Ela se negou e, sem uma razão aparente, retirou dois pinos, observou os pinos e a forma numérica e encaixou-os, resultando no sucesso da atividade. À primeira vista parece que ela realizou um processo totalmente aleatório. É muito difícil afirmar quais processos cognitivos (B19) utilizou nesse caso, porém parece que ela começou a ter alguma noção da quantidade requerida.

Com a forma numérica {6}, ela a observou, olhou para a faixa numerada e disse: “seis” {pequena pausa} “nove”. O pesquisador pede para ela contar os furos da peça numérica e ela conta: “[1], [2], [3], [4], [5], [9]”. Pelo visto ela confundiu a escrita numérica “6” com “9” a ponto de modificar a sequência numérica padrão, e ainda sabia que a última palavra-número teria que ser esta, o [9]. Novamente, ela iniciou a seleção de pinos ao mesmo tempo em que observava a faixa numerada, porém ela se esqueceu de que seu objetivo era colocar 6 pinos, e avançou até o décimo pino. Ao ser questionada pelo pesquisador, que apontou uma quantidade de pinos maior que a forma numérica, ela retirou alguns pinos sem contagem, e coincidentemente foram 4 retirados, sobrando 6 pinos. Ela iniciou uma nova contagem dos que sobraram, concluiu que eram 6, e constatou que estava correto, encaixando-os na forma numérica.

Ela já conhecia a forma numérica {7} do Numicon, e novamente iniciou a seleção e contagem de 7 pinos observando a faixa numerada, porém foi direto até o décimo pino. Desta vez, o pesquisador não influenciou e a deixou constatar que sobrariam 3 pinos. Na segunda tentativa ela já separou do lado de fora os 7 pinos selecionados na primeira tentativa, estratégia já utilizada anteriormente sem sucesso, mas desta vez ela conseguiu utilizá-la com sucesso.

Novamente, para o número 8, ela selecionou até o décimo pino, e desta vez o diálogo foi:

Pesquisador: “*Quantos pinos tem aqui?*”;

(B19): “*dez*”;

Pesquisador: “*e qual número você quer?*”;

(B19): “*oito*”;

Pesquisador: “*vai dar certo?*”;

(B19): “*não*”.

Nesse momento, ela começou a perceber que, se o número da forma numérica e a última palavra-número da contagem forem diferentes, a atividade não daria certo, e os pinos selecionados não encaixariam todos na forma do Numicon, ou sobriam pinos. Ela retirou alguns pinos de forma a sobraem 6, e ao conferir constatou que faltara pinos. Ela fez uma nova tentativa, e desta vez corretamente.

Na tentativa do número 9, o pesquisador percebeu que ela está muito preocupada em selecionar os pinos ao mesmo tempo em que observava a faixa numerada, e isso fez com que ela se perdesse na contagem, pois algumas vezes que voltava a olhar para a faixa seu olhar não continuava do último número observado. Com o 9 foi tão confuso que o pesquisador decidiu tentar o 10.

Desta vez, sem a faixa numerada, (B19) tentou selecionar 10 pinos, e surpreendentemente conseguiu na primeira tentativa, depois de 27 minutos de atividades.

Essa sessão mostrou que a aquisição de uma habilidade para (B19) é lenta e gradual, porém, ela conseguiu perceber as nuances da atividade e construiu estratégias para conseguir alcançar os objetivos propostos, como a seleção em separado dos pinos já contados, a observação da faixa numerada e a importância de seguir a sequência numérica padrão. Todo esse processo, proporcionado pela *atividade fundamental*, auxiliou na formação de uma imagem conceitual acerca de número e quantidades, como o *princípio da abstração*, em que o número de pinos necessariamente precisa ser igual ao número representado pela forma numérica do Numicon, o *princípio da ordem estável*, já que a sequência numérica padrão não pode ser modificada com o risco da atividade falhar, o *princípio da correspondência um-a-um*, no qual cada pino se encaixava em um único furo da forma numérica do Numicon; o *princípio da cardinalidade* que depende do sucesso dos dois princípios anteriores; e o *princípio da irrelevância da ordem* já que os pinos pode ser selecionados e encaixados em qualquer ordem.

Sessão 7: Atividade fundamental com pequenos ajustes, e dedos das mãos

A próxima sessão aconteceu doze dias após o último encontro. Neste encontro houve duas mudanças significativas na *atividade fundamental*. A primeira foi que a forma numérica do Numicon não ficou mais ao lado de (B19) e sim em sua frente, sendo segurada pelo pesquisador (Fig. 47). A consequência disso foi que (B19) tinha um apoio de memória para se lembrar até quando deveria contar. E a

outra mudança foi que todas as vezes que (B19) errava na sequência numérica padrão, o pesquisador a interrompia e, ou a corrigia enfaticamente, ou solicitava que começasse novamente. Desta forma não corria o risco de (B19) chegar ao final de uma contagem errada, com a última palavra-número igual à forma numérica e constatar que, apesar dos números serem iguais, a conferência não daria certo. Isso poderia confundir (B19), já que os números eram iguais, mas a conferência não. O objetivo é justamente, quando se há a igualdade entre contagem e forma numérica, que a conferência se faça perfeita.



Figura 47: Forma numérica do Numicon como auxílio de memória

Esta mudança proporcionou a (B19) um auxílio na memorização da quantidade de pinos que deveria selecionar. Ela olhava para a peça para lembrar até quando deveria contar.

Porém, esta nova estratégia por parte do pesquisador foi aplicada somente depois de (B19) ter iniciado esta sessão, com erros passados e descritos em sessões anteriores, como a seleção de um número maior que o solicitado, e a sequência numérica padrão incorreta. Isto ocorreu com os números 5 e 6. A partir do número 7 o pesquisador passou a segurar a forma numérica do Numicon à frente dela, e a corrigi-la mais enfaticamente. A contagem dela se deu da seguinte forma: “[1], [2], [4] {pesquisador: [3]}, [5] {pesquisador: [4]}, [5], [6], [7], parei”. Logo depois,

incrivelmente ela conseguiu realizar a atividade com sucesso e sem erros para os números seguintes até o 10.

Ainda nesta sessão, iniciou-se um trabalho com a representação dos números de 1 a 10 nos dedos das mãos. (B19) *reconhecia* e *executava* as representações dos números 1, 2, 3, 4 e 5 com os dedos da mão. Porém, quando se avançou para os números entre 6 e 10, ela não sabia como representá-los e nem os reconhecia. O pesquisador apresentou estas representações em seus dedos e ela executou imitando-o, e foi desta maneira até o final do encontro. Esta atividade foi retomada na sessão seguinte com os pinos do Numicon.

Sessão 8: Organizador genérico II – funcionamento da sequência numérica padrão

Duas semanas depois, na oitava sessão, o primeiro pedido do pesquisador foi que (B19) selecionasse 7 pinos dentro do círculo de barbante. Mesmo com a forma 7 do Numicon disponível em sua frente, ela realizou a tarefa corretamente e sem olhar para o material de apoio. Nesse instante, pode-se perceber que (B19) teve uma melhora significativa, lenta e gradual, do primeiro dia da aplicação até este encontro, dois meses depois. Não é possível afirmar que (B19) tenha adquirido esta habilidade a ponto de usá-la em qualquer momento e situação de sua vida, porém é notável que as atividades propostas influenciaram numa mudança no conceito de contagem e, conseqüentemente, no conceito de quantificação de objetos de um conjunto discreto. Antes, ela não conseguia selecionar nem 5 objetos.

Com o objetivo de ampliar a imagem conceitual de número, o pesquisador insistiu na atividade de inserir ou retirar um elemento de um conjunto para perceber a consequência numérica destas ações. Como já dito, o segundo organizador genérico visa dar um significado concreto para a sequência numérica padrão, no caso do participante não saber o que acontece ao adicionar *um* elemento de um conjunto, conhecida sua cardinalidade. Passar de um número para o seu sucessor não é somente uma questão de memorizar qual palavra-número vem depois de outra. Ao visualizar a mudança da quantidade de elementos do conjunto, e escutar ou pronunciar a mudança da palavra-número $[x]$ para a palavra-número $[x+1]$, ou $[x-1]$, o conceito de número vai se tornando cada vez mais significativo.

Aproveitando os 7 pinos já postos no círculo, o pesquisador perguntou à participante quantos pinos ficariam dentro do círculo se ele colocasse mais um pino:

Ela disse: “sete”;

Ele insistiu: “Mas e se eu colocar mais um pino junto com esses sete aqui?”;

Ela respondeu: “nove”;

Ele: “Tinha sete, e eu vou colocar mais um. Quantos têm agora?”;

Ela: “dez”.

O pesquisador decidiu então iniciar com um pino no círculo e foi inserindo um a um. (B19) respondeu corretamente até o 4º pino. Ao colocar o 5º pino, ela respondeu: “seis”. O pesquisador mostra 4 dedos e levanta mais um e diz: “Quatro... cinco”. Ela repetiu junto a palavra “cinco”. Ao recommençar a partir de um pino, novamente (B19) responde corretamente até o 4º pino, e desta vez no 5º pino ela diz: “oito”. Portanto, pode-se perceber que mesmo ela conseguindo realizar o *teste fundamental*, ou seja, *selecionar 7 pinos sem auxílio*, ela não foi capaz de compreender o que acontece ao inserir um pino em um conjunto com 4 pinos. Então a unidade cognitiva, que relaciona a nova quantidade de elementos de um conjunto ao se adicionar mais *um* elemento, com a próxima palavra-número da sequência numérica padrão, não estava presente na imagem conceitual de número de (B19). E, portanto, sua imagem conceitual acerca deste conceito poderia ser ampliada, consequentemente, sua compreensão sobre os números.

O segundo *organizador genérico* proposto neste trabalho é composto pela sequência numérica de 1 a 10, representada pelas fichas numéricas, pela faixa numerada e as formas numéricas do Numicon, e o segundo “material multissensorial” utilizado: os dedos das mãos. O pesquisador levantou um dos dedos e pediu que (B19) também levantasse um dedo. Segue o diálogo:

Pesquisador: “E se colocar mais um dedo?”, mostrando 2 dedos para ela;

(B19) levantando mais um dedo: “dois”;

Pesquisador: “E se eu colocar mais um dedo”, agora só ela está com dedos levantados, e ela age conforme fala;

(B19): “três”;

Pesquisador: “E se colocar mais um dedo?”;

(B19): “Cinco... não, quatro!”, ela mesma se corrige;

Pesquisador: “E se eu colocar mais um dedo?”;

(B19): “cinco”;

Pesquisador: “E se colocar mais um dedo?”;

(B19): “um”, ela recolhe todos os dedos e levanta só um.

O pesquisador levantou 5 dedos de uma das mãos e mostrou como seria colocar mais um dedo, e (B19) o imitava: *“Você tem 5. Se colocar mais um dedo fica quanto?”*

(B19): *“um”*;

Pesquisador: *“cinco {passando a mão pelos dedos de uma das mãos de (B19)}, seis {tocando no 6º dedo levantado de (B19)}”*;

(B19): *“seis”*.

Pesquisador: *“E se colocar mais um dedo?”*;

(B19) levanta mais um dedo e diz: *“dois”*.

Pesquisador: *“sete. {pausa} Cinco {passando a mão pelos dedos de uma das mãos de (B19)}, seis, sete {tocando no 6º e 7º dedos levantados de (B19)}”*;

Pesquisador: *“E se colocar mais um dedo?”*;

(B19) levanta mais um dedo e diz: *“três”*.

Pesquisador: *“oito. {pausa} Olha, um, dois, três, quatro, cinco {tocando cada dedo de uma das mãos de (B19)}, seis, sete, oito {tocando nos 6º, 7º e 8º dedos levantados da outra mão de (B19)}”*;

Pesquisador: *“Ai tem oito dedos, e se colocar mais um dedo?”*;

(B19) levanta mais um dedo e diz: *“quatro”*.

Pesquisador: *“nove, (B19). {pausa} um, dois, três, quatro, cinco {tocando cada dedo de uma das mãos de (B19)}, seis, sete, oito, nove {tocando nos 6º, 7º, 8º e 9º dedos levantados da outra mão de (B19)}”*;

Pesquisador: *“E se colocar mais um dedo?”*;

(B19) levanta o 10º dedo, e sem olhar para as mãos diz: *“dez!”*.

Pesquisador: *“Isso garota!”*

Interessante notar que (B19) sentia as duas mãos abertas e sabia de imediato que havia dez dedos, mas não os dedos de 6 a 9. Ela só utilizava uma das mãos para representar os números de 1 a 5 e as duas mãos para representar 10. Ao levantar de 6 a 9 dedos, sua atenção se volta somente para uma das mãos, a que complementa a outra já com os 5 dedos levantados.

A atividade foi repetida logo em seguida do 6 ao 10, e (B19) acertou quando levantou 8 e 10 dedos, e manteve os mesmos erros com 6, 7 e 9 dedos.

O pesquisador tentou novamente, a partir de 5 pinos no círculo, introduzir mais um pino e perguntar quantos ficaria. E (B19) respondeu: *“oito”*.

A partir daí, o pesquisador decidiu fornecer, a este *ecossistema de aprendizagem*, o suporte da faixa numerada. Com esta à frente de (B19), ele inseriu

um único pino no círculo e apontou para o número 1, correspondente na faixa. A partir daí, perguntou a ela o que aconteceria se colocasse mais um pino no círculo:

(B19) sem olhar para a faixa diz: *“dois”*;

Pesquisador: *“Isso, agora tem dois né? E se você tirar um pino?”*;

(B19) olha para a faixa e diz: *“três”*;

Pesquisador retira um pino ao mesmo tempo que diz: *“Não, você vai tirar um pino. Quanto que fica aqui dentro agora?”*;

(B19) olhando para o pino: *“Um”*;

Pesquisador coloca um pino e diz: *“Quanto tem agora?”*;

(B19) olhando para os pinos: *“dois”*;

Pesquisador: *“E se você pegar mais um?”*;

(B19) olhando para a faixa: *“três”*;

Pesquisador falando e agindo ao mesmo tempo: *“Está com três agora. Vou tirar um pino, e agora quanto tem?”*;

(B19) olhando para a faixa: *“quatro”*;

Pesquisador: *“Não, quantos pinos tem aqui?”*;

(B19) corretamente sem contar: *“dois”*;

Nota-se, nesta ocasião, que a atenção de (B19) esteve focada em uma única região, ou na faixa, ou nos pinos. Ao olhar para a faixa, as respostas eram sempre o número ao lado direito ao apontado, ou seja, se o pesquisador estivesse apontando para o 3, a resposta dela seria 4. Quando ele decidiu não retirar mais pinos, e somente introduzir um a um, (B19) acertou as quantidades até o 10º pino. Mesmo que no princípio (B19) utilizasse esse procedimento de olhar para o próximo número para dar as respostas, a atividade estava dentro do planejado, ou seja, deixá-la vivenciar o acréscimo de um em um objeto juntamente com a respectiva palavra-número na ordem crescente, e aos poucos se viu que esta estratégia foi surtindo efeito.

A unidade cognitiva que faltava para (B19), neste caso, era saber em quais momentos avançar ou retroceder na sequência numérica padrão, ou seja, como utilizá-la nas diversas situações propostas. Como os indivíduos com síndrome de Down têm deficiência na memória *verbal* de curto prazo, a sequência numérica foi representada, como um suporte à memória, por um dos materiais concretos: faixa numerada, fichas numeradas e as formas numéricas do Numicon de 1 a 10.



Figura 48: (B19) olhando para a faixa e dizendo a quantidade de pinos

O pesquisador fez variações desta atividade, pedindo a recíproca, ou seja, na atividade anterior colocava-se um pino e perguntava-se a quantidade, e o contrário seria: solicitado uma quantidade, qual ação deveria ser realizada. Por exemplo, o pesquisador colocou um pino no círculo e perguntou: *“Se eu quisesse dois pinos no círculo, o que você precisaria fazer?”*. E (B19) realizou esta tarefa até o 10º pino sem problemas. Em um dado momento, no 7º pino o pesquisador realizou o teste fundamental. Pediu 7 pinos em suas mãos. (B19) realizou prontamente colocando todos os pinos do círculo nas mãos do pesquisador contando de um em um. Este por sua vez, colocou todos os pinos nas mãos de (B19) e perguntou quantos pinos havia. Logo em seguida, pediu a ela que colocasse todos os pinos no círculo de volta e perguntou quantos pinos havia. Nas duas ocasiões ela respondeu corretamente, mostrando assim que sua percepção com relação às quantidades mudou significativamente desde o primeiro encontro.

Ao refazer a atividade de inserir pinos e perguntar a quantidade destes, (B19) se corrigiu duas vezes. Quando havia 5 pinos e foi colocado mais um ela disse *“sete”*, olhou para a faixa e falou *“não, é seis.{pausa} Cinco, seis”*. Ela repetiu a palavra *“cinco”* com o propósito de fazer uma menção que o próximo número depois do *“cinco”* é o *“seis”*. Ela acertou para o 7º pino. Para o 8º pino ela disse *“nove”* e se corrigiu dizendo *“oito”*, e acertou o 9º e o 10º pinos. Isso mostra que (B19) já começava a compreender o funcionamento e o significado da sequência numérica

padrão. Ao introduzir um elemento novo no conjunto, a quantidade é representada pelo próximo número da sequência, e a recíproca, para se conseguir uma quantidade referente ao próximo número da sequência, bastava introduzir mais um elemento no conjunto.

Posto os 10 pinos no círculo, o pesquisador começou a retirá-los um a um:

Pesquisador: *“Aqui tem quantos mesmo?”*;

(B19): *“dez”*;

Pesquisador apontando para o número dez na faixa e retirando um pino: *“E se eu tirar um, quanto fica?”*;

(B19) olhando para a faixa: *“É.... sete”*;

Pesquisador: *“Olha, tinha dez, vou tirar um, quanto ficou?”*;

(B19): *“dez,... nada”*;

Pesquisador conta os pinos: *“não. Olha, ficou: [1],[2],[3],[4],[5],[6],[7],[8],[9] ficou nove”*;

(B19): *“nove”*;

Pesquisador: *“quantos têm aqui mesmo?”*;

(B19): *“nove”*;

Pesquisador apontando para o nove na faixa: *“E se eu tirar um, quanto fica agora?”*;

(B19) olhando para a faixa: *“oito”*;

Pesquisador apontando para o oito da faixa: *“Tem oito né? E se eu tirar um”*;

(B19) olhando para os pinos e a faixa: *“sete”*;

Pesquisador apontando para o sete da faixa: *“Tem sete agora? E se eu tirar um”*;

(B19) olhando para os pinos e a faixa: *“seis”*;

Pesquisador sem apontar para a faixa: *“Tem seis? E se eu tirar um”*;

(B19) olhando para os pinos e a faixa: *“cinco”...*

E assim foi até o último pino. Percebeu-se que ela não teve muitas dificuldades para entender o procedimento que a levaria ao sucesso nesta atividade, com exceção da passagem do 10 para o 9, ou seja, no início de uma “nova” atividade.

Logo depois, sem utilizar a faixa numerada, o pesquisador perguntou a (B19) o que ela deveria fazer para conseguir 1 pino no círculo vazio. Ela pegou 1 pino e o colocou no círculo. O pesquisador perguntou: *“O que você tem que fazer para colocar dois pinos?”*. Ela pegou mais um pino e juntou com o pino do círculo, e assim seguiu até o 7º pino. Com 7 pinos no círculo o pesquisador mudou a pergunta: *“Eu quero seis pinos agora, o que você tem que fazer?”*. Ela pegou mais um pino e o

colocou dentro do círculo. O pesquisador percebeu a dificuldade para (B19) entender e recorreu a quantidades menores colocando 3 pinos no círculo:

Pesquisador: *“Olha, tem três pinos aqui, certo? Se eu tirar um, quanto fica?”*;

(B19): *“dois”*;

Pesquisador deixa só 4 pinos no círculo: *“Olha, tem quatro pinos aqui, certo? Se eu tirar um, quanto fica?”*;

(B19): *“três”*;

Pesquisador deixa 5 pinos no círculo: *“Olha, tem cinco aqui, certo? Se eu tirar um, quanto fica?”*;

(B19): *“três... {pausa} ...quatro”*;

Pesquisador deixa 6 pinos no círculo: *“Olha, tem seis pinos aqui, certo? Se eu tirar um, quanto fica?”*;

(B19): *“três {pausa} quatro”*;

Parece que (B19) estava usando sua habilidade de *subitizing* para determinar até a quantidade de 4 pinos, porém não conseguiu para 5 pinos. Claramente, ela não estava contando, mas também parece que ela não estava utilizando a sequência numérica padrão na ordem inversa. Ela olhava para o conjunto e dizia a quantidade.

Nesse momento, o pesquisador começou a utilizar o recurso dos dedos, e pediu que ela levantasse seis dedos. Ao pedir para retirar um dedo, ela prontamente diz: *“cinco”*. Agora, utilizando dedos e pinos, o pesquisador colocou os 6 pinos encaixados nos 6 dedos de (B19) e retirou um pino:

Pesquisador retira um pino de um dos dedos e diz: *“Se eu tirar um dedo quanto fica?”*;

(B19): *“cinco”*;

Pesquisador encaixa 7 pinos nos dedos de (B19): *“Agora você tem 7 dedos, tá? Se eu tirar um, quanto fica?”*;

(B19): *“cinco”*;

Pesquisador: *“Cinco é só essa mão, mais um, seis”*;

(B19): *“ah tá, seis.”*;

Pesquisador: *“Então, olha, você tinha sete dedos, certo? Vou tirar um, quanto fica?”*;

(B19): *“dez... seis”*;

Pesquisador: *“seis, isso (B19)!”*;

Pesquisador encaixa 7 pinos nos dedos de (B19): *“Quantos você tem agora?”*;

(B19): *“cinco”*;

Pesquisador apontando para uma das mãos e para cada um dos outros dois pinos:

“Não,... cinco...”;

(B19): *“seis, sete”;*

Pesquisador: *“Quanto você tem?”;*

(B19): *“sete”;*

Pesquisador: *“Se eu colocar mais um, quanto fica?”;*

(B19) observando a mão onde o pino estava sendo colocado: *“três”;*

Pesquisador apontando para uma das mãos e para cada um dos outros três pinos:

“Cinco...”;

(B19): *“seis, sete, oito”;*

Pesquisador: *“Então quanto você tem aí?”;*

(B19): *“oito”;*

Pesquisador retira um pino de um dos dedos e diz: *“Se eu tirar um dedo quanto fica?”;*

(B19) olhando para uma das mãos: *“dois”;*

Pesquisador apontando para uma das mãos e para cada um dos outros dois pinos:

“cinco...”;

(B19): *“seis, sete”;*

Pesquisador: *“Quanto você tem agora?”;*

(B19): *“sete”;*

Pesquisador retira um pino de um dos dedos e diz: *“Se eu tirar um, quanto fica?”;*

(B19): *“um... não, dez... não, seis”;*

Deste ponto em diante, parece que ela conseguiu entender a atividade e passou a responder corretamente.

Pesquisador: *“Isso (B19)! Seis. E se eu colocar mais um?”;*

(B19): *“sete”;*

Pesquisador: *“Isso (B19)! E se eu colocar mais um, com quanto você fica?”;*

(B19): *“oito”;*

Pesquisador: *“E se eu tirar um, quanto fica?”;*

(B19): *“sete”;*

Pesquisador: *“Isso garota! E se eu tirar um, quanto fica?”;*

(B19): *“seis”;*

Pesquisador: *“Isso menina! E se eu colocar mais um?”;*

(B19): *“sete”;*

Pesquisador: *“Isso! E se eu colocar mais um?”;*

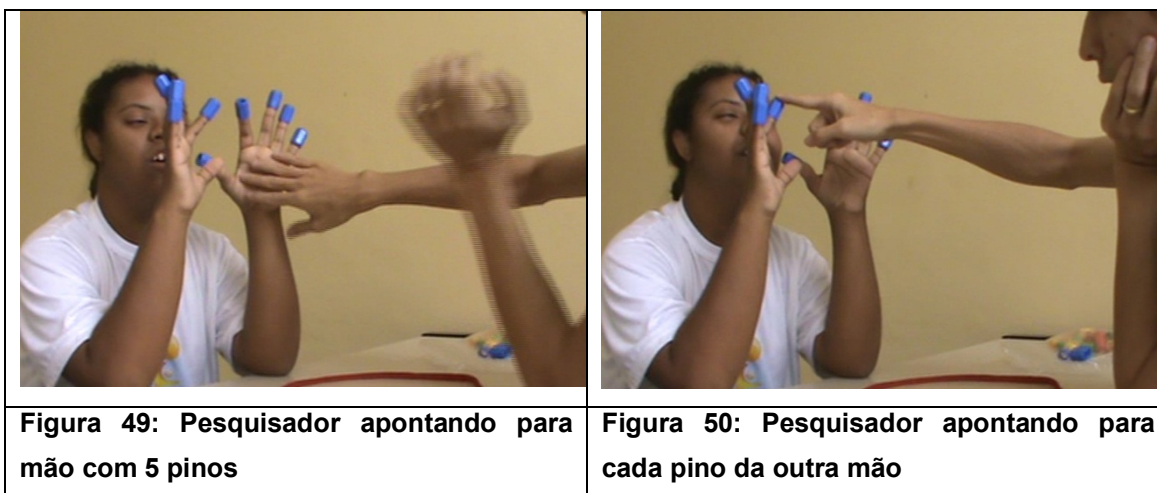
(B19): *“oito”;*

Pesquisador: *“Muito bem! E se eu colocar mais um?”;*

(B19): “dez”;

Pesquisador aponta para mão com 5 pinos e depois para cada um dos outros 4 pinos na outra mão: “Vamos lá, vou contar com você. Cinco...”;

(B19): “seis, sete, oito, nove”;



Num dado momento (B19) estava somente com pinos em uma das mãos. O pesquisador continuou retirando/colocando pinos e fazendo as mesmas perguntas. E para sua surpresa, as respostas por uns instantes foram todas entre os números 6, 7 e 8, como se estivesse automatizada as respostas. Interessante que, ao dobrar o polegar com os outros dedos levantados, (B19) imediatamente diz: “quatro”, mostrando que a sensação física de dobrar o polegar com os outros dedos levantados representam para ela, “quatro”. Assim como dobrados o polegar e o dedo mindinho e os outros dedos para cima, representam o “três”.



Ela não conseguiu acertar a quantidade de pinos colocados em uma das mãos, porém quando foram encaixados os pinos nos dedos da outra mão, junto com os já encaixados nos dedos da mão esquerda, ou seja, para os número acima de 5, ela respondeu corretamente até o 10º pino, e mais, quando foram sendo retirados até sobraarem 4 pinos também ela acertou, errando no final com 3, 2 e 1 pino.

Interessante notar que (B19) teve um aprendizado momentâneo nesta sessão, a ponto deste se confundir com conhecimentos anteriores, no caso de ter dois pinos e dizer “seis” ou “sete” ou “oito”. Outro fator que poderia ter atrapalhado seu desempenho foi o tempo da sessão. Neste momento já havia se passado mais de 35 minutos.

Sessão 9: Organizador genérico II – organizando a sequência numérica padrão

Esta sessão começou com o pesquisador mostrando a (B19) cada uma das fichas numeradas de 0 a 10 (Fig. 53), e a cada vez que ele mostrava um número ela identificava corretamente e de uma forma segura, sem ficar com dúvidas. Estes numerais foram colocados de forma aleatória em cima da mesa à frente de (B19).



Figura 53: Fichas numeradas de 0 a 10 colocadas de forma aleatória

Após, foi solicitado que ela colocasse os números em ordem crescente a partir do zero:

Pesquisador: *“Vamos tentar colocar esses números na ordem? O primeiro é o zero. Quem vem depois do zero?”*;

(B19) levantando o dedo indicador ao mesmo tempo em que diz: *“Um”*; Ela pega espontaneamente o numeral e coloca-o ao lado do zero. E faz isso para todas as outras fichas.

Pesquisador: *“Isso! Quem vem depois do um?”*;

(B19): *“Dois”*;

Pesquisador: *“Isso garota! Quem vem depois do dois?”*;

(B19): *“{pausa} Esqueci”*;

Pesquisador: *“Vamos lá, vamos tentar lembrar? Olha, um ... {apontando para o numeral já colocado na ordem}”*;

(B19) olha para o zero e começa apontando para as fichas: *“Zero, um, dois {pausa}, três”*;



Figura 54: (B19) apontando para os números da sequência montada por ela

Pesquisador: *“Isso!. Depois do três, quem vem?”*;

(B19): *“Zero, um, dois, três, cinco”*;

Pesquisador: *“Não, espera. Vamos tentar fazer nos dedos? Olha, um...”*; Ele levanta o dedo indicador e não fala mais nada.

(B19) olha para o dedo do pesquisador imitando-o, olha para a sequência, e levanta dedo por dedo olhando para a sequência de números, conforme diz: *“Um, dois, três,... {olha para a mão (Fig.55)} quatro”*;



Figura 55: (B19) olhando para os dedos antes de responder “quatro”

Pesquisador: *“Isso garota! E depois do quatro, quem vem?”;*

(B19) contando olhando para a sequência e levantando os dedos: *“Zero, um, dois, três, quatro,... cinco”;*

Pesquisador: *“Isso garota!”;*

(B19): *“Zero, um, dois, três, quatro, cinco,... sete. {bem baixinho} Será?”;* Mesmo em dúvida ela pega a ficha com o número sete, e continua.

(B19): *“Zero, um, dois, três, quatro, cinco, sete... seis.”;*

Pesquisador não interfere.

(B19): *“Zero, um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete,... seis {apontando para o último número colocado erradamente}, {olha para os números que restam}, oito”;*

Pesquisador apontando para o 6 e o 7: *“Será que não está errado aqui, então?”;*

(B19) balançando o dedo negativamente: *“Não. É o oito. {pega a ficha com o 8 e recomeça a contagem}”;*

(B19): *“Zero, um, dois, três, quatro, cinco, seis...”;*

Pesquisador intervindo e atrapalhando: *“Ih, seis então, não é aqui?”;*

(B19): *“Sete, seis...”;*

Pesquisador intervindo novamente: *“Está trocado aqui não está? Olha.”;*

(B19) colocando o pesquisador na linha: *“Espera ai, calma! Oito”;*

(B19) troca de posição o 6 com o 7: *“Pra cá..., seis, sete, oito... {olha para os números que restam e recomeça a contagem apontando para cada ficha da sequência que montou}, zero, um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove”;*

Apesar de dizer “nove” ela pega a ficha com o número 10 e coloca no final da sequência, e recomeça:

(B19): *“Zero, um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove, dez”*;

Ela pega a ficha de número 9 e coloca no final da sequência.

Pesquisador intervém apontando para o 10: *“Que número é esse?”*;

(B19): *“Zero”*;

Pesquisador apontando para o 0, e insistindo no 10: *“Não, zero é este aqui. Que número é esse?”*;

(B19): *“Dez”*;

Pesquisador apontando para o 9: *“E esse?”*;

(B19) respondendo e já trocando o 9 e o 10 de posição: *“Nove”*;

Pesquisador: *“Ah, muito bem!”*.

É possível perceber que (B19) não se lembrava da sequência a partir do 3, mas com o suporte dos dedos, conseguiu chegar facilmente até o 8. Ela utilizou apenas a representação de 1, 2, 3, 4 e 5, com uma das mãos. Mesmo não representando as quantidades 6, 7, 8, 9 e 10 nos dedos, ela conseguiu se lembrar da sequência convencional de palavras-número. Isso sugere uma importância de ter os dedos como um suporte para a aquisição do conceito de número enquanto quantidades de conjuntos discretos, por meio da contagem. Outra observação interessante é que, apesar das intervenções do pesquisador, ela percebeu que algo estava estranho e tomou a atitude de mudar os números de posição.

Com a sequência correta à frente de (B19), o pesquisador propõe outra tarefa. Mostrou as formas numéricas do Numicon, uma de cada vez, e pediu que ela as colocasse nos números correspondentes. Inicialmente ele mostrou a forma numérica 6, mas ela disse que não sabia que número aquela forma representava. Então o pesquisador iniciou mostrando cada uma das formas numéricas entre 1 e 5, e surpreendentemente (B19) já as reconhecia sem precisar contar os furos em cada uma. O pesquisador começou colocando a peça numérica 1 logo acima da ficha que continha o numeral 1:

Pesquisador: *“Vamos colocar na ordem. Por exemplo, o um é aqui olha”*;



Figura 56: Pesquisador colocando a forma 1 acima do numeral 1

(B19): *“Dois aqui,... três é aqui..., quatro, cinco”;*



Figura 57: (B19) colocando as formas numéricas do Numicon em ordem

O pesquisador coloca as peças do Numicon espalhadas e (B19) não tem dificuldades em identificá-las e colocá-las em correspondência com seus respectivos numerais. Mostrando mais uma vez que a memória viso-espacial das crianças com síndrome de Down não é afetada, e as formas do Numicon, com suas cores e seu formato de agrupamento de dois em dois, favorecem o reconhecimento das peças

em um tempo razoavelmente curto. É importante frisar que as cores podem até influenciar o reconhecimento das peças, mas o importante neste trabalho é relacionar o tamanho da peça à palavra-número, não com exatidão, mas com alguma noção de tamanho e ordenação.

Logo em seguida, o pesquisador recolheu as fichas com os numerais permanecendo a sequência de peças do Numicon, e propôs que ela colocasse as fichas numeradas nas peças correspondentes ao numeral mostrado. O pesquisador começou mostrando a ficha com o número 5 e seguiu com os números: 6, 1, 2, 10, 9, 3, 8, 7, 4. (B19) identificou e colocou todas as fichas de 1 a 10 corretamente. Porém, em um dado momento ficou na dúvida se o 6 era o 9 e vice-versa. Essa dúvida apareceu em vários outros momentos, provavelmente pela semelhança na escrita desses dois algarismos. Mas isto não aconteceu com as peças do Numicon.

A próxima atividade proposta foi que (B19) recitasse a sequência na ordem inversa, ou seja, do 10 ao 1. Ela executou uma vez olhando para as fichas e as peças do Numicon sem dificuldades. Já sem as fichas e só com as formas do Numicon, ela recitou da seguinte forma, sempre tocando na peça antes de falar:

(B19): *“Dez, não sei...{pausa}, nove, oito, sete, seis, cinco, seis”;*

Pesquisador interveio: *“quatro”;*

(B19): *“quatro, três, dois, um”;*

Pesquisador comemora com ela e pede que repita novamente.

(B19): *“Dez, nove, oito, sete, não sei”;*

Pesquisador: *“seis”;*

(B19): *“seis, cinco, quatro, três, dois, um”;*

Pesquisador pergunta se ela conseguiria sem olhar para as peças do Numicon.

(B19): *“Não”;*

Pesquisador apontando para cada peça: *“Vamos lá, eu te ajudo, dez...”;*

(B19): *“Dez, {pausa} não sei”;*

Pesquisador desloca a peça 10, a peça 9 e diz: *“Dez...”;*

(B19): *“nove, oito, sete, seis, cinco, quatro, três, dois, um”;*

Nota-se que o pesquisador a ajuda dizendo o valor de algumas das formas numéricas do Numicon. O objetivo aqui não é testar a memória de (B19) a todo o momento, mas proporcionar uma fluidez à atividade de forma que a aquisição destes conhecimentos se dê de forma gradual.

Na próxima atividade, foram utilizadas apenas as formas numéricas do Numicon sem as fichas numeradas:

Pesquisador se referindo às peças do Numicon: “*Agora vamos colocar na sequência estes aqui*”,

Ele deixou as formas numéricas todas misturadas na mesa e ela começou procurando a peça 1:

(B19) colocando as formas numéricas na mesma sequência da atividade anterior: “O primeiro, um {pausa}, dois {pausa}, dez {pega a forma 10 e coloca no final da sequência (Fig. 58)}, é {pausa} nove, é {pausa} sete {ela deixa um espaço entre o nove e o sete}, seis {quase coloca entre o nove e o sete (Fig. 59), mas acaba deixando antes do sete (Fig.60)}, cinco, três, é o oito, quatro.”

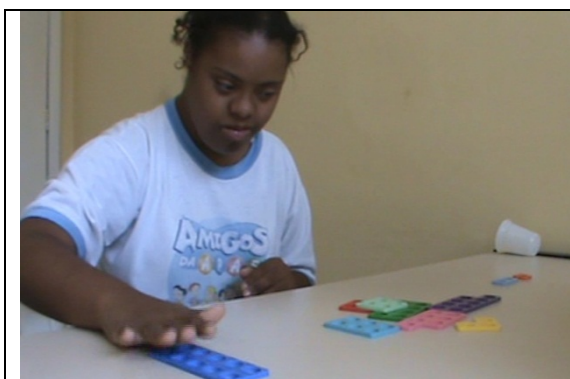


Figura 58: (B19) colocando 10 no final



Figura 59: (B19) pensando o lugar do 6



Figura 60: (B19) colocando 6 ao lado do 7



Figura 61: (B19) completando a sequência

Todas essas atividades tinham o objetivo de proporcionar uma ampliação da imagem conceitual da sequência numérica convencional, primeiramente só com as fichas com os numerais, depois as relacionando com as formas numéricas do Numicon, e por fim somente com estas. Estas atividades foram pensadas justamente

porque, nas primeiras sessões, (B19) apresentou falhas no *princípio da ordem estável*, ou seja, quando ela recitava a sequência numérica convencional de palavras-número, muitas vezes pulava do [2] para o [4]. Nesta sessão ela não errou a sequência. Em alguns momentos, os dedos foram utilizados de maneira relevante como um suporte à memória de (B19), por exemplo, ao lembrar-se do número 4 após olhar para seus dedos.

Logo após as atividades de sequência numérica, o pesquisador aplicou novamente o *teste fundamental* e pediu que (B19) selecionasse 7 pinos dentro do círculo de barbante. Desta vez, ele ficou segurando à frente dela a ficha com o numeral 7, e ela o fez sem erros. Bem diferente das primeiras sessões, nas quais ela pegava um punhado de peças aleatoriamente e entregava para o pesquisador.

No final da sessão foi trabalhado novamente o reconhecimento da quantidade de dedos, e o pesquisador pedia para ela levantar um dedo e retirar um dedo. (B19) teve facilidade em reconhecer e executar a representação de 1 a 5, porém teve muitas dificuldades de 6 a 10, que curiosamente foi bem executado no final da sessão anterior.

Sessão 10: Organizador genérico II por completo

Na última sessão com (B19), foi retomado o trabalho de formação da sequência numérica padrão pelas peças do Numicon e as fichas numeradas, e o reconhecimento de quantidades por meio dos dedos das mãos.

O pesquisador forneceu as peças do Numicon a (B19) que as colocou em uma ordem não correta: 1, 2, 4, 3, 5, 7, 8, 6, 9, 10. Interessante notar que ela iniciou a formação da sequência com as peças maiores 10, 9 e 8, logo em seguida com as peças menores 1 e 2, as outras foram sendo encaixadas sem muita preocupação. Com os questionamentos do pesquisador, ela foi ajeitando as peças na ordem correta. Outro fato interessante é que ela reconheceu de imediato todas as peças do Numicon e todas as fichas numeradas, que foram associadas corretamente.

Apenas utilizando os dedos de uma das mãos, o pesquisador explorou por algum tempo as solicitações de *retirar um dedo* e *colocar um dedo* para que ela as compreendesse, executasse e dissesse a quantidade de dedos levantados. Segue um trecho do diálogo:

Pesquisador: “Faz o 5 na mão. Isso, agora tira um dedo. Quanto fica?”;

(B19) executa a solicitação e diz: “Quatro”;

Pesquisador: *“Tira mais um dedo. Quanto fica?”*;

(B19) executa a solicitação e diz: *“Três”*;

Pesquisador: *“Agora coloca um dedo”*;

(B19) executa a solicitação e diz: *“Quatro”*...



Figura 62: (B19) colocando e retirando um dedo de cada vez e dizendo a quantidade

Em seguida foi a vez dela de reconhecer a quantidade de dedos do pesquisador:

Pesquisador: *“Agora eu vou mostrar os dedos para você. Diga-me quantos dedos tem”*;

(B19): *“Cinco”*;

Pesquisador: *“Vou tirar um dedo”*;

(B19): *“Três. Não, é quatro”*;

Pesquisador: *“Vou tirar um dedo”*;

(B19): *“Três”*;

Pesquisador: *“Vou colocar um dedo”*;

(B19): *“Quatro”*...

Na mesma atividade o pesquisador deixou de falar e passou a apenas mostrar quantidades de 1 a 5 aleatoriamente. (B19) respondeu bem a todas, até que ele colocou 6 dedos, utilizando a outra mão. Ela respondeu *“um”* (Fig. 63). A partir daí, foram trabalhadas as quantidades de dedos entre 6 e 10, às vezes recorrendo à sequência numérica padrão que estava à frente dela, de forma a perceber que o 6

está localizado logo após o 5. Por algum tempo, ela dizia a quantidade de dedos da outra mão, já que a mão com 5 dedos levantados ficava constantemente aberta. Para o 6 ela dizia “*um*”, para o 7, dizia “*dois*”, e assim por diante, até o 10, para o qual disse “*cinco*” (Fig. 63). O pesquisador passou a mexer com todos os dedos levantados para mostrar a ela que não eram apenas os dedos de uma das mãos que ela deveria considerar, mas todos os dedos levantados. Novamente, o objetivo desta atividade foi associar a adição ou subtração de um elemento aos números sucessores ou antecessores, de forma a ampliar sua imagem conceitual acerca da sequência numérica padrão. O suporte pedagógico dos dedos já se mostrou importante na ocasião em que, para descobrir o próximo número depois do 3, ela olhou para seus 4 dedos levantados e respondeu corretamente.



Figura 63: Pesquisador mostrando 6 dedos e (B19) respondendo “*um*”

Em um dado momento, depois de o pesquisador continuar mostrando dedos de 6 a 10 e corrigindo-a, (B19) passou a acertar mais respostas que no início, a ponto de conseguir se corrigir. Superada esta etapa, o pesquisador mudou a estratégia pedagógica e pediu a *ela* que mostrasse quantidades de dedos solicitadas por ele. Ela mostrou dificuldade no caso em que tem 7 dedos levantados e o pesquisador pede 6. Ou então quando estava com 8 dedos levantados e é pedido 7 dedos, ou seja, quando o número era um antecessor, geralmente a reação de (B19) era adicionar um dedo. Por outro lado, quando o pesquisador passou a solicitar que

ela adicionasse ou retirasse um dedo, diferentemente quando ele pediu para mostrar x dedos, suas reações eram melhores e as respostas também. Ou seja, existem três situações: (a) o pesquisador fala um número e ela precisa levantar a quantidade solicitada, e a solicitação é sempre números antecedentes ou sucessores; (b) ela já está com um determinado número de dedos levantados e o pesquisador pede que retire ou coloque um dedo, e ela, por sua vez, precisa realizar a ação e dizer a nova quantidade; (c) o pesquisador levanta os dedos, e ela precisa dizer quantos dedos estão levantados, novamente apenas número sucessores e antecedentes. (B19) sentiu mais dificuldades na situação (a) que nas situações (b) e (c), para os números entre 6 e 10. Para os números entre 1 e 5, ela teve certa facilidade e desempenho semelhante nas três situações. Ou seja, reconhecer uma quantidade, nas próprias mãos ou nas do pesquisador, é mais fácil que realizar a ação de *selecionar* x dedos. Resultado coerente comparando-se com os testes de quantificação realizados no início do trabalho. Segue um trecho do diálogo da situação (b):

Pesquisador: *“Tem cinco, né? Coloca um dedo”*;

(B19) realizando a ação corretamente: *“Seis.”*;

Pesquisador: *“Coloca um dedo”*;

(B19) realizando a ação corretamente: *“Sete.”*;

Pesquisador: *“Tira um dedo”*;

(B19) realizando a ação corretamente: *“Seis.”*;

Pesquisador: *“Isso (B19)!!!”*;

(B19) ri e fica envergonhada;

Pesquisador: *“Coloca um dedo”*;

(B19) realizando a ação corretamente: *“Seis, sete”*;

Pesquisador: *“Coloca um dedo”*;

(B19) realizando a ação corretamente: *“Oito.”*;

Pesquisador: *“Tira um dedo”*;

(B19) realizando a ação corretamente: *“Tirar? É sete!”*;

Pesquisador: *“Isso (B19)! Coloca um dedo”*;

(B19) realizando a ação corretamente: *“Oito”*;

Pesquisador: *“Coloca um dedo”*;

(B19) realizando a ação corretamente: *“Nove”*;

Pesquisador: *“Agora tira um dedo”*;

(B19) realizando a ação de forma incorreta, mas levanta dez dedos: *“Dez.”*;

4.1.2 – DISCUSSÃO I DE (B19): Organizador genérico I

É possível realizar uma análise da *imagem conceitual* de número de (B19) antes e depois da aplicação dos *organizadores genéricos*, e, mais especificamente, das *unidades e raízes cognitivas* que ela possuía e as que foram criadas, conectadas e incorporadas pela participante.

Antes de ser apresentada a *Atividade Fundamental* à (B19), ela possuía como unidades cognitivas:

- a) O *procedimento da contagem* até 10 elementos: o procedimento não garante um entendimento do conceito de número. Nesse caso são considerados apenas os princípios da *correspondência um-a-um*, da *ordem estável*, e da *cardinalidade*;
- b) O reconhecimento das escritas ou símbolos numéricos até 10;
- c) *Subitizing* até 3 elementos: ela reconhece quantidades de objetos até 3 sem utilizar o procedimento da contagem, portanto ela possui, para este trabalho, os conceitos de número 1, número 2 e número 3;
- d) Representação dos números até 5, nos dedos da mão;
- e) Identificação dos números até 5, nos dedos da mão;

Durante as primeiras atividades com as formas numéricas do Numicon, ela adquiriu, de maneira razoavelmente fácil, o reconhecimento de todas essas formas de 1 a 10, muito provavelmente porque a memória *viso-espacial* não é afetada como a verbal. Portanto, esse reconhecimento já pode ser considerado também como uma unidade cognitiva que foi incorporada à *imagem conceitual* de número de (B19).

Porém as unidades cognitivas que (B19) não possuía eram as *quantidades acima de 4 elementos* e a *relação entre contagem e quantidades acima de 4 elementos*. Foi preciso o organizador genérico, definido por *Atividade Fundamental*, para que se conectasse a raiz cognitiva “*procedimento de contagem*” à unidade cognitiva referente a “*quantidades*” de objetos solicitados, que é em essência o conceito de número.

A partir do momento que o pesquisador solicitou uma determinada quantidade *x*, isso fez com que a participante acessasse sua *imagem conceitual* de *x*. Então ela usou o *subitizing* para identificar as quantidades 1, 2, 3 e 4, e não teve problemas para selecionar tais quantidades, porém ela não utilizou o procedimento da contagem, um indício para tal desconexão de unidades cognitivas. Apesar de ela ter identificado a forma numérica {5} do Numicon (unidade cognitiva), a partir desta

quantidade ela não conseguiu mais selecionar os pinos apenas pela observação, e descobriu que precisaria de outra estratégia. O organizador genérico fornece a (B19) um *contraexemplo*, de que a quantidade selecionada por ela não é a solicitada pelo pesquisador. Ou seja, ao fazer a conferência dos pinos selecionados na forma numérica do Numicon, ela percebeu que os pinos não completaram os furos ou sobraram pinos. A partir desse fato, (B19) alterou suas estratégias para ter sucesso no micromundo do organizador genérico: (a) passou a selecionar e depois contar; (b) passou a contar diretamente conforme seleciona. Nessa passagem, talvez se iniciou a construção de uma “ponte de ligação” entre unidades cognitivas, uma delas é uma raiz cognitiva (procedimento da contagem) e a outra é uma possível unidade cognitiva (puc) que ainda não pertence à imagem conceitual de número de (B19): *quantidades entre 5 e 10*.

Quando (B19) descobriu que teve sucesso em suas ações e mudanças de estratégia, incentivada pelas comemorações com o pesquisador, seu desempenho melhorou com o passar das sessões, a ponto do pesquisador iniciar uma sessão já pedindo quantidades de 7 objetos e ela realizar a tarefa sem apoio de material concreto, algo que não era possível no início do trabalho. Portanto, a imagem conceitual de número de (B19) alterou significativamente. Antes não existia a conexão entre o procedimento de contagem e o conceito de quantidades. O organizador genérico organizou essas unidades cognitivas de forma que elas se conectaram e passaram a formar uma nova unidade cognitiva, que é, consequentemente, incorporada à imagem conceitual de número.

4.1.3 – DISCUSSÃO II DE (B19): Organizador genérico II

Como dito na parte teórica, a memória viso-espacial de curto prazo, em indivíduos com síndrome de Down, não é comprometida como a memória verbal de curto prazo (JARROLD & BADDELEY, 2001). Uma evidência disso é que (B19) aprendeu, em um tempo relativamente curto, a identificar todas as formas numéricas do Numicon de 1 a 10. Tanto o pesquisador mostrando-lhe a forma numérica para ela identificá-la, quanto ao solicitar que ela aponte para a forma pedida. As formas de 1 a 5 foram apresentadas à ela no dia 05/07/2010, e as demais, de 6 a 10, no dia

13/07/2010. Por outro lado, a sequência numérica convencional, que é algo que a acompanha desde criança, ainda não era recitada perfeitamente. Por exemplo, em muitas ocasiões a palavra-número [3] foi omitida em suas contagens.

(B19) tinha certa dificuldade em relação a pronunciar corretamente a sequência numérica convencional, e a partir deste fato, o pesquisador propôs a aplicação do segundo organizador genérico. Este é composto pela apresentação de representantes numéricos, como a faixa numerada, as fichas numeradas e as formas numéricas do Numicon, que são os *exemplos*. A participante, ao colocar estes elementos em ordem crescente e realizar a correspondência entre eles, pôde cometer erros e ter a oportunidade de corrigi-los. Os erros, quando percebidos ou questionados pelo pesquisador, serviram como *contraexemplos* da sequência numérica padrão correta, e era justamente a *sequência numérica da participante* que tinha duplo papel: (a) servir como a *raiz cognitiva* que orientava a atividade. Mesmo que a memória do participante falhasse às vezes, era ela que orientava a construção da sequência em ordem crescente e a correspondência entre os representantes numéricos; (b) ser o foco deste organizador genérico, ou seja, o objetivo da atividade era justamente desenvolver uma melhor compreensão da sequência numérica convencional.

Colocados na ordem correta, os representantes numéricos faziam o papel da memória da participante, e sem esta preocupação o trabalho era focado na utilização e funcionalidade da sequência numérica. Dada esta, escolhia-se um conjunto de objetos, como dedos ou pinos, que eram acrescentados ou retirados de um em um de forma que a participante percebesse a mudança físico-espacial, juntamente com as mudanças quantitativas, e as mudanças das palavras-número da sequência numérica.

(B19) conseguia compreender o acréscimo somente de 1 até 4 pinos, e após a aplicação do organizador genérico II passou a realizar a atividade até 10 pinos. Com os dedos das mãos, ela compreendia o acréscimo e retirada de dedos entre 1 e 5, utilizando uma das mãos. Após a atividade com pinos nos dedos e somente com os dedos, ela passou a determinar corretamente a quantidade de dedos levantados ao se retirar ou inserir um dedo, de 1 a 10. Passou também a entender que para representar 6 dedos era necessária a utilização das duas mãos.

Como dito anteriormente, quando o pesquisador solicitava que (B19) levantasse x dedos entre 1 e 5, ela o fazia tranquilamente. Mas entre 6 e 10 dedos,

ela tinha muita dificuldade. Nestes casos, o que estava se solicitando era justamente a *seleção de x dedos*, uma atividade análoga ao *teste fundamental*. Porém, o que este organizador genérico se propõe não é isto, e sim o *reconhecimento* das quantidades, ao inserir e retirar um elemento, de forma que o participante *utilize* a sequência numérica padrão como um apoio à memória. (B19) ficava em dúvida em muitas ocasiões, olhava para a sequência numérica padrão e respondia corretamente, mostrando assim que se sua memória não fosse deficiente, ela poderia ter um resultado semelhante ao que teve com as quantidades de dedos de 1 a 5.

4.1.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS DE (B19)

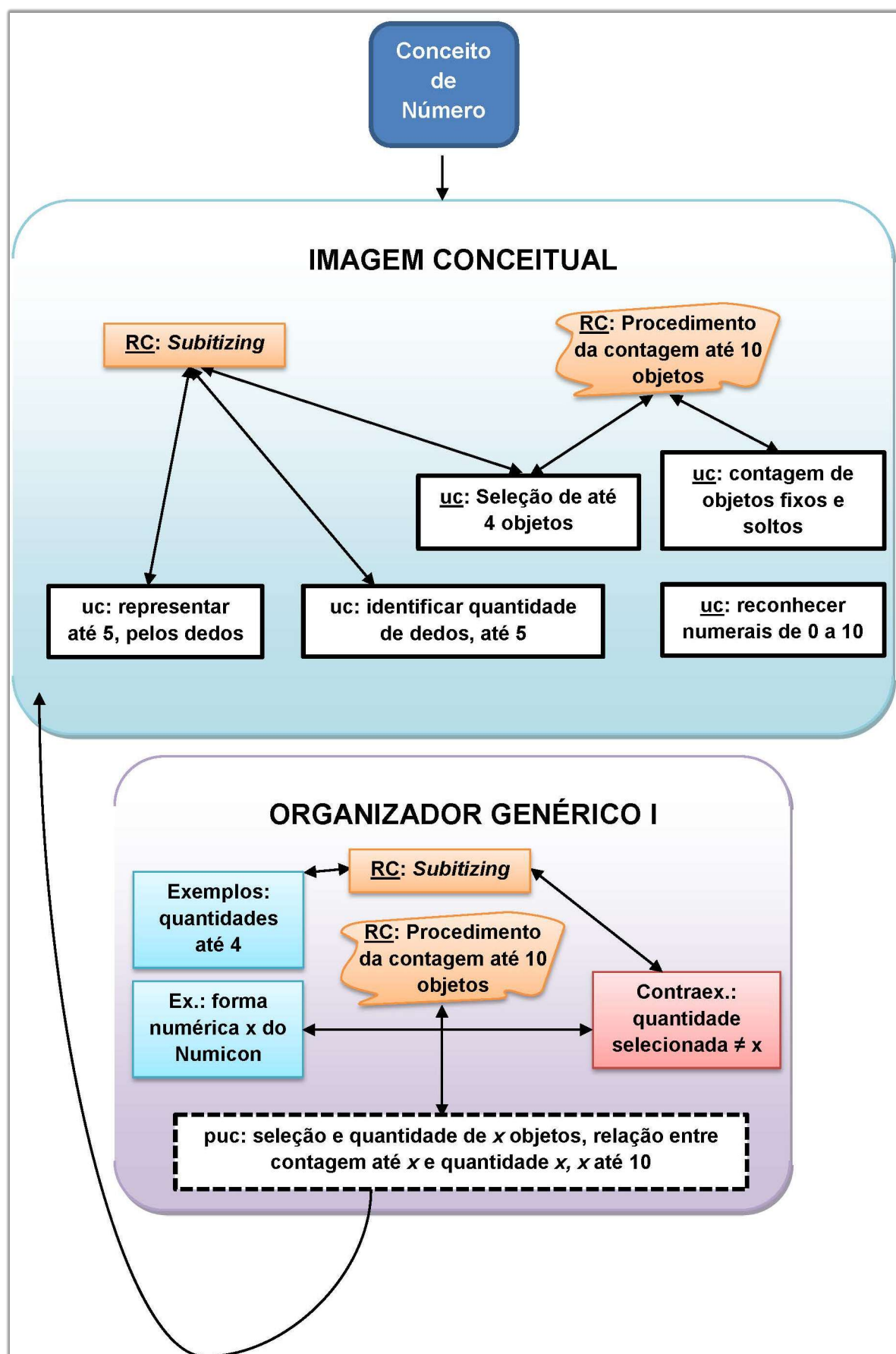
Analisando o esquema da imagem conceitual de número de (B19), é possível perceber as unidades e raízes cognitivas que existiam antes da aplicação do organizador genérico. As abreviações uc, RC, ex, Contraex, e puc são respectivamente unidade cognitiva, Raiz Cognitiva, exemplo, contraexemplo e possível unidade cognitiva.

Então, observando o esquema 2, a imagem conceitual de número de (B19) tinha como raízes cognitivas a habilidade de *subitizing* e o *procedimento da contagem até 10 elementos*. Este está dentro de uma figura não convencional para representar a irregularidade da sequência numérica padrão e os possíveis erros de contagem que, às vezes, eram cometidos por (B19). Ela era capaz de identificar e representar quantidades de até 5 dedos levantados, conseguia realizar a contagem de até 10 objetos fixos ou soltos, e selecionava corretamente até 4 elementos. Esta seleção se deu por meio de *subitizing* e pela contagem.

O organizador genérico I forneceu exemplos de números por meio das formas numéricas do Numicon; a seleção incorreta de pinos, através do procedimento de *subitizing*, mostrou um contraexemplo no momento da conferência dos pinos ao encaixá-los na forma do Numicon. Neste instante, ocorreu um conflito com o qual a participante percebeu que precisaria mudar sua estratégia para alcançar sucesso na atividade. E então, depois de algumas tentativas e erros, o procedimento da contagem surgiu, no lugar do procedimento de *subitizing*, como a solução para

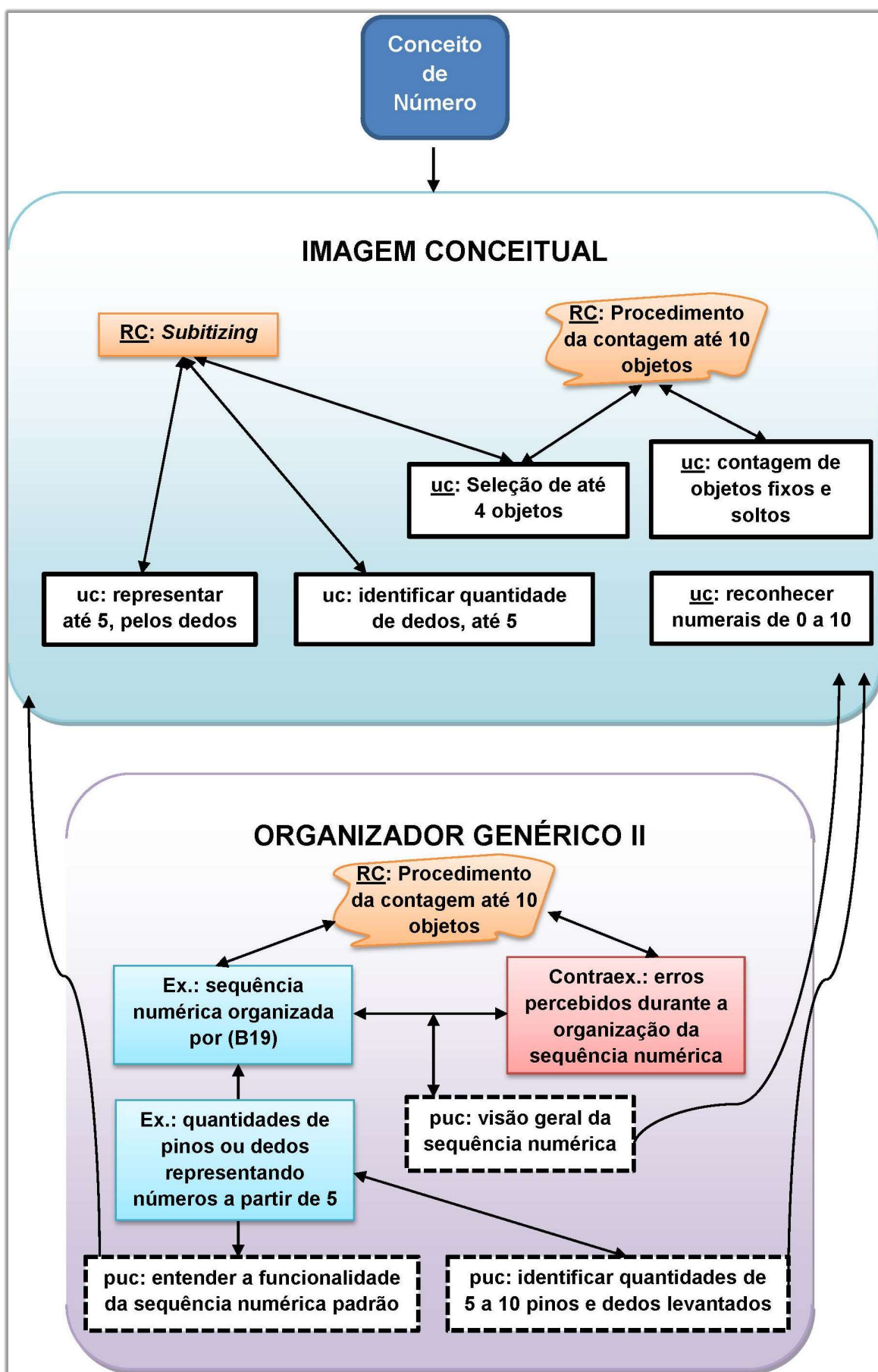
resolver a questão da seleção de x pinos. Por fim, esta nova unidade cognitiva foi incorporada à imagem conceitual de número de (B19). Segue abaixo o esquema para o organizador genérico I:

Esquema 2: Imagem conceitual de número de (B19) e Organizador genérico I



O esquema 3 representa o organizador genérico II. A imagem conceitual de (B19) era a mesma da situação anterior, com a diferença que agora ela identificava as representações numéricas das formas do Numicon. Com isso, foi possível solicitar a ela que as colocasse em ordem crescente e relacionasse-as com as fichas numeradas de 1 a 10. Estes dois componentes são *exemplos* da sequência numérica padrão. Ao colocá-los em ordem e em correspondência, (B19) percebeu que cometeu alguns erros, que serviram como contraexemplos de uma sequência numérica correta, e também conseguiu se autocorrigir. Com isso, ela teve a oportunidade de ter uma visão geral da sequência em sua frente, observando um crescimento uniforme das formas numéricas do Numicon (Fig. 57). Ao serem apresentadas as quantidades de pinos e/ou dedos entre 1 e 5, inserindo ou retirando de um em um elemento, (B19) começou a entender a dinâmica de avançar ou retroceder na sequência numérica conforme se adicionava ou se subtraía um objeto do conjunto em questão, a ponto de conseguir identificar quantidades de dedos e pinos acima de 5. E nesse momento, talvez possa ter ocorrido uma interação entre o procedimento de se inserir ou retirar elementos, e o conceito da funcionalidade da sequência numérica, culminando em duas possíveis unidades cognitivas: de entendimento deste procedimento, e da identificação das quantidades de dedos acima de 5. Segue o esquema abaixo:

Esquema 3: Imagem conceitual de número de (B19) e Organizador genérico II



Um fato importante a ser ressaltado é que (B19) dificilmente conseguiu responder corretamente a todas as solicitações do pesquisador. O que ocorreu foi um aumento de acertos em comparação com o início dos encontros. Mas, por exemplo, recitar a sequência numérica padrão ou reconhecer a quantidade de dedos acima de 5 são competências que, apesar de trabalhadas nos encontros, não são executadas com perfeição todas as vezes. O importante a se considerar e analisar é o aumento significativo de acertos e atitudes, como a autocorreção, por parte da participante.



Figura 64: Pesquisador cumprimentando (B19) pelo seu desempenho

4.2 – PARTICIPANTE (R14)

(R14) é um adolescente portador da síndrome de Down, aluno de 14 anos da APAE-RIO. No total ele participou em 7 encontros de 30 minutos cada, iniciados no dia 21/06/2010 e terminados no dia 23/09/2010. Ele teve um desempenho muito satisfatório.

Nas primeiras sessões, antes da aplicação dos organizadores genéricos, percebeu-se que ele tinha a unidade cognitiva da contagem até x, porém dissociada da unidade cognitiva quantidade x, para números maiores que 4. Além disso, ele tinha noção do que acontecia com a quantidade ao se inserir/retirar elementos em um conjunto, ou seja, o aumento ou diminuição da quantidade. A partir dos dois organizadores genéricos (R14) parece ter conseguido conectar unidades cognitivas e passou a compreender melhor o conceito de número, com relação à quantidade.

4.2.1 – DESENVOLVIMENTO DAS SESSÕES

Sessão 1: Pré-testes

A primeira sessão com (R14) começou com o pesquisador solicitando 3 cubinhos de madeira, que realizou sem problemas e sem contagem. Logo em seguida, foi solicitado 5, 7, 6, 5, e 4 cubinhos, e em todas essas vezes o estudante pegou um punhado desses cubinhos sem contar e entregou nas mãos do pesquisador. Na última solicitação, de 4, o pesquisador questionou se ele tinha certeza se havia 4 cubinhos. O aluno olhou e retirou um sobrando apenas 3 cubinhos. O pesquisador pediu para ele contá-los, e ele o fez: *“um, dois, quatro”*. O pesquisador o questionou novamente sugerindo: *“Mas não seria um, dois, três?”*. O participante pensou que o pesquisador estava se referindo à contagem simplesmente, sem relação com a quantidade de cubinhos, e ele contou levantando os dedos sem olhar para os cubinhos: *“Ah! Um, dois, três, quatro...”*. O pesquisador solicita: *“Então, quero que você me dê quatro cubinhos”*. (R14) seleciona sem contagem um punhado com apenas 3 cubinhos. O diálogo prosseguiu:

Pesquisador: *“Quantos cubinhos têm aqui?”*,

(R14) conta corretamente: *“Um, dois, três.”*,

Pesquisador: *“Mas agora eu quero 4 cubinhos”*,

(R14) reconta os mesmos cubinhos: *“Um, dois, quatro”*,

Percebeu-se inicialmente que (R14), assim como (B19), não relacionava o procedimento da contagem até 4 com o conceito de quantidades de 4 objetos. Interessante notar que a associação da contagem até 4 com a ação de levantar os dedos de 1 a 4 é perfeita para (R14).

Logo em seguida, o pesquisador fez o teste de quantificação com objetos fixos. Esses objetos fixos eram bolinhas azuis impressas em um cartão A4, de dimensões 210 mm de largura e 297 mm de altura, e dispostas aleatoriamente. O pesquisador mostrou cartões com 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 bolinhas para (R14) contar, e ele realizou esta tarefa perfeitamente até 8 bolinhas. No cartão com 9, a contagem foi a seguinte: “[1], [2], [3], [4], [5], [6], [6], [9], [40]”. Para cada uma destas palavras-número (R14) associou uma única bolinha apontando com o dedo indicador. Para o cartão de 10 bolinhas a contagem foi: “[1], [2], [3], [4], [5], [9], [6], [40], [18] e [10]”. O pesquisador voltou aos cartões com 3, 7, 8, 9 e 10 bolinhas, e (R14) teve dificuldade novamente com os cartões de 8, 9 e 10. O erro cometido por ele foi basicamente na sequência numérica padrão. Ele pulou as palavras-número de [3] para [5], de [4] para [9], de [6] para [8], de [6] para [40], de [7] para [9], por exemplo: “[1], [2], [3], [4], [5], [6], [40], [18], [9]”. O pesquisador mudou o teste dizendo: *“Agora eu vou apontar para as bolinhas e você conta, tá bom?”*. E, para sua surpresa, (R14) contou perfeitamente de 1 a 9. Logo em seguida, (R14) contou sozinho outro cartão com 9 bolinhas e o fez corretamente. No próximo cartão de 10 bolinhas, voltou a cometer erros pulando do [4] para o [7] e do [5] para o [7].

(R14) cometeu erros de contagem mais frequentemente em conjuntos maiores que 7 elementos, apesar de ter contado corretamente poucas vezes. Então, claramente, a unidade cognitiva da sequência numérica padrão de (R14) estava deficiente.

O próximo teste foi o do princípio da conservação. O pesquisador colocou duas folhas de papel em branco e 1 cubinho em cada e perguntou se havia mais em algum deles ou se tinham quantidades iguais. (R14) respondeu: *“Igualzinho”*. Ao colocar quantidades diferentes (2 e 1) nas folhas de papel, o pesquisador perguntou onde havia mais cubinhos. (R14) fez algo interessante: ele próprio designou a folha com 2 cubinhos como “sua” folha, e disse: *“Eu tenho mais”*. O pesquisador continuou igualando e desigualando as quantidades das duas folhas sempre aumentando a quantidade total de 1 unidade. Por exemplo, as próximas duas folhas eram 2 e 2,

depois 3 e 2, depois 3 e 3, e assim até 5 e 4. O curioso é que nas vezes que o pesquisador colocava mais cubinhos para ele próprio, (R14) mudava a “propriedade” da folha para ficar com a que tinha mais cubinhos. O pesquisador, então, juntou os 5 cubinhos numa folha e espalhou os 4 cubinhos da outra folha. (R14) espalhou os 5 cubinhos e disse: *“Eu tenho mais, tenho 5 e você 4”*. O pesquisador voltou a espalhar os 4 cubinhos e juntar os 5 da outra folha. (R14), então, juntou os 4 cubinhos do pesquisador e continuou afirmando que tinha mais. O pesquisador voltou a espalhar os 4 cubinhos e, desta vez, disse que (R14) não poderia mexer em nenhum cubinho. Mesmo assim o aluno continuou afirmando que ele tinha mais cubinhos. Pôde-se perceber, portanto, que (R14) tinha a noção de qual conjunto havia mais cubinhos ou se eles tinham a mesma quantidade.

Sessão 2: Continuando os testes iniciais

O pesquisador iniciou a segunda sessão colocando 12 cubinhos de madeira sobre a mesa e solicitando a (R14) que lhe desse, em suas mãos, 5 cubinhos. Este selecionou um punhado de 3 cubinhos e colocou nas mãos do pesquisador, que lhe perguntou se realmente havia 5 cubinhos. (R14), então, colocou mais 1 cubinho nas mãos do pesquisador:

Pesquisador colocando os cubinhos sobre a mesa: “Quantos cubinhos tem aqui?”;

(R14): *“Um, dois, três, quatro”*;

Pesquisador: *“Quanto?”*;

(R14): *“Quatro”*;

Pesquisador: *“E como você faria para conseguir 5 cubinhos?”*;

(R14) disse: *“Tem que trocar”*; e retirou um cubinho dos 4, sobrando apenas 3;

Pesquisador: *“E agora? Quantos têm?”*;

(R14): *“Um, dois, três.”*;

Pesquisador: *“Mas se eu quiser 5 cubinhos?”*;

(R14): *“Tem que trocar”*; e pegou mais um cubinho, ficando com 4;

Pesquisador: *“E agora? Quantos têm?”*;

(R14) levantou cinco dedos sem contar e disse: *“Cinco”*; (Fig. 65)



Figura 65: (R14) levantando 5 dedos para indicar a quantidade de cubinhos sobre a mesa

Pesquisador: *“Conte aí.”*

(R14): *“Um, dois, três, quatro.”*

Pesquisador: *“Não está faltando?”*

(R14) selecionou mais um cubinho e contou: *“Um, dois, três, quatro, cinco.”*

Pesquisador: *“Agora tem cinco?”*

(R14): *“Tem.”*

Pesquisador: *“Então coloca 5 cubinhos na minha mão.”*

(R14) colocou os 5 cubinhos contados anteriormente, sem contar;

Pesquisador: *“Muito bom (R14)!”*

Pesquisador juntou todos os 12 cubinhos: *“Agora conte quantos cubinhos tem aqui.”*

(R14): *“Um, dois, três, quatro, cinco, nove, sete, oito, nove, dez, onze, quatorze. {pausa} Tem quatorze”*

Pesquisador se propôs a apontar para os cubinhos e (R14) a contar: *“Vamos lá, conte comigo.”*

(R14): *“Um, dois, três, quatro, cinco...”* {parou de contar no 6º cubinho, como se não lembrasse o próximo número}, *quatro*;

Pesquisador: *“Vamos de novo.”*

(R14): *“Um, dois, três, quatro, cinco, {pausa}, seis, quarenta, dezoito, nove, vinte, dezesseis, quarenta.”*

Pesquisador: *“Quantos têm?”*

(R14): *“Quarenta.”*

Percebem-se três fatos interessantes nesse diálogo. Primeiro que, (R14) não sabe o que é uma quantidade de 5 cubinhos, apesar de saber contar até 5 e saber

levantar 5 dedos. Segundo, ele responde com a última palavra-número à pergunta “*quantos têm?*”, independentemente da sequência numérica proferida. E terceiro, parece que (R14) tem dificuldades de lembrar a sequência numérica padrão, principalmente depois da palavra-número [5], apesar de tê-la dito corretamente uma das vezes na primeira sessão.

Em seguida, o pesquisador pediu a (R14) que contasse objetos fixos, no caso, 9 bolinhas desenhadas numa folha de papel, e ele o fez perfeitamente. Na sequência, o pesquisador pediu que (R14) lhe entregasse 9 cubinhos de madeira, e ele selecionou um punhado de 7 cubinhos sem contar. O pesquisador insistiu para que ele contasse novamente as bolinhas desenhadas no papel, e (R14) contou: “[1], [2], [3], [4], [5], [6], [40], [18] e [7].” O pesquisador sugeriu, ele mesmo, apontar para as bolinhas e (R14) apenas contar. A contagem foi: “[1], [2], [3], [4], [5], [9], [40], [10] e [5].”

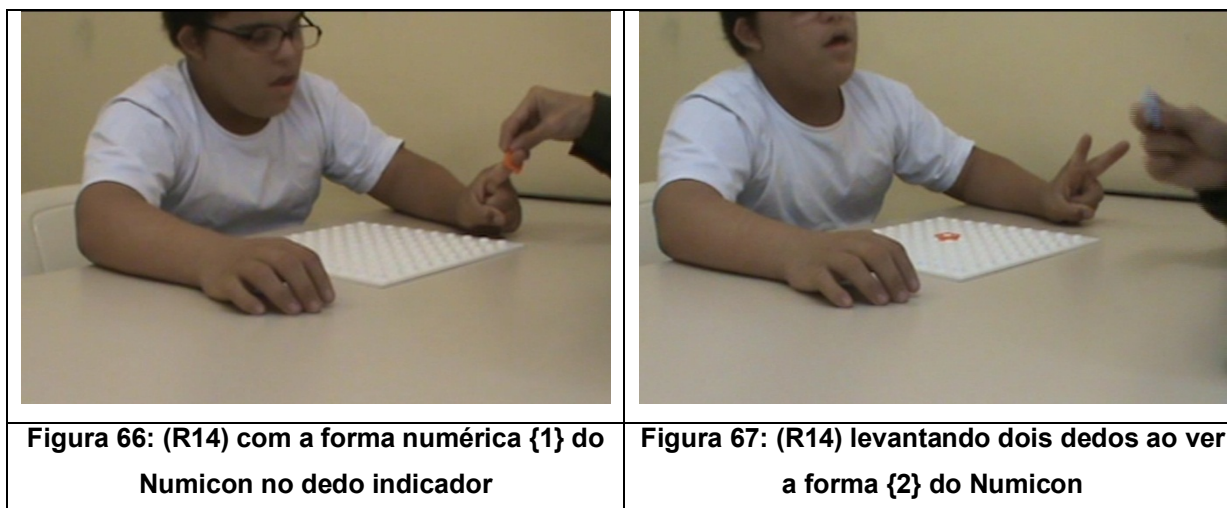
Confirmando, (R14) conseguia realizar contagens de objetos fixos até 9, porém, não conseguia selecionar 9 objetos soltos. A raiz cognitiva da contagem se mostrou instável, ou seja, às vezes (R14) contava corretamente, e outras vezes pulava para números aleatórios, como “quarenta” e “dezoito”. E a unidade cognitiva, que relaciona a contagem até 9 e a quantidade de 9 objetos, não estava estabelecida. Lembrando que uma unidade cognitiva também pode ser uma relação. Pareceu, também, que (R14) ficou cansado de realizar a contagem das bolinhas desenhadas e depois dos números 5 ou 6 ela pareceu aleatória.

Nessa sessão, foi apresentado a (R14) o Numicon. O pesquisador iniciou a apresentação com a forma numérica {1} do Numicon dizendo que ela encaixava em apenas um dedo (Fig. 66), e logo em seguida, o aluno deveria encaixar as formas numéricas em qualquer parte do tabuleiro branco. Seguiu o diálogo a partir da forma numérica {2} do Numicon:

Pesquisador: “*Sabe que número essa peça representa?*”;

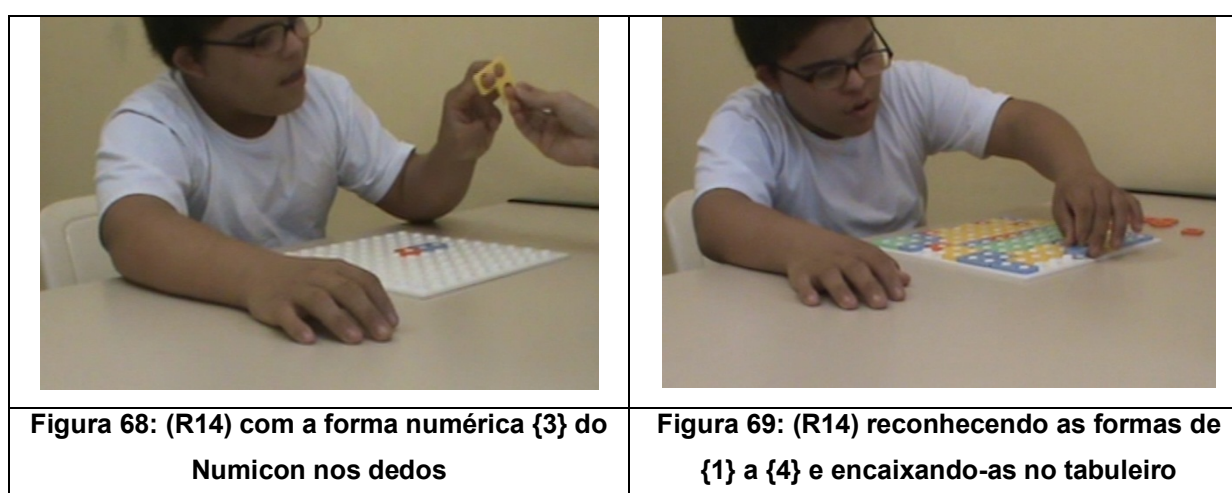
(R14) levantando rapidamente dois dedos: “*Dois.*” (Fig. 67);

Pesquisador colocando nos dedos indicador e médio: “*Muito bem! Olha como ela encaixa em dois dedos.*”;



Pesquisador mostrando a forma {3}: “E essa peça aqui? Você sabe qual é?”;
 (R14) levantando 4 dedos: “Quatro.”;
 Pesquisador: “Quatro?”;
 (R14) olhando para a peça e levantando três dedos: “Não, é três!”;
 Pesquisador encaixando a forma {3}: “Por quê? Porque cabem três dedos.” (Fig. 68);
 Pesquisador apresentando a forma {4}: “E esse aqui? Qual número representa?”;
 (R14) contando apenas com o olhar, sem apontar: “Um, dois, três, quatro.”;

E por fim, o pesquisador deixou as formas de {1} a {4} espalhadas sobre a mesa e pediu para (R14) falar a peça e encaixar no tabuleiro (Fig. 69). Ele rapidamente memorizou quais números essas peças representavam.



O pesquisador iniciou esta sessão colocando à frente de (R14) o barbante vermelho em forma de círculo, o tabuleiro à sua direita e pinos azuis à sua esquerda. O primeiro pedido do pesquisador, a (R14), foi que ele colocasse, dentro do círculo, 3 pinos. E ele o fez corretamente pegando um pino com uma mão esquerda e dois pinos com outra mão, sem contagem. Depois, o pesquisador pediu 5 pinos dentro do círculo, e (R14) pegou um punhado de 5 pinos com a mão esquerda sem contar e os colocou dentro do círculo. O pesquisador questionou se havia, realmente, 5 pinos e o aluno, diante disso, retirou um pino. O pesquisador pediu para ele contar os pinos que sobraram e o estudante contou corretamente 4 pinos:

Pesquisador: *“Mas eu queria 5 pinos.”*;

(R14) pegou um pino à sua esquerda e o colocou dentro do círculo;

Pesquisador: *“Agora tem 5 ai dentro?”*;

(R14) apontando para o pino que colocou por último: *“Esse aqui tem cinco, aqui ó.”* (Fig. 70);



Figura 70: (R14) apontando para o último pino (quinto) colocado

O pesquisador falou para o estudante que, na verdade, todos aqueles pinos eram os 5 pinos e não só o último. E continuou, solicitando a ele que colocasse 6 pinos dentro do círculo. O aluno pegou todos os 13 pinos com as duas mãos e os colocou no círculo com certa dificuldade, pois tentou colocar todos “em pé” e isso demorou um tempo:

Pesquisador: *“Quantos pinos tem ai dentro?”*;

(R14) olhou para os 13 pinos e disse sem contar: “Sete.”;

Pesquisador: “Sete? Vamos contar?”;

(R14): “Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove, vinte, quarenta, dezoito e oito.”;

Percebe-se que (R14) não utilizou, em nenhum momento, o procedimento da contagem para selecionar a quantidade de pinos solicitada. Ele, em todas as vezes, pegou um punhado de pinos, no caso de três pinos selecionou corretamente, e para quantidades maiores não. Ao ser questionado sobre a quantidade selecionada, parece que ele retirou ou inseriu pinos sem um critério definido. Outro fato observado é a deficiência do conceito de número cinco, do estudante, que se confunde com a última palavra-número [5] atribuída ao último pino (Fig. 70). Por sua atitude, pareceu que o aluno considerava “cinco” o último pino acrescentado, como se este fosse um rótulo do pino, e não a totalidade dos pinos. E por fim, viu-se que a sequência de palavras-número da contagem de (R14) não era estável.

Neste momento o pesquisador apresentou ao estudante o primeiro organizador genérico, a *atividade fundamental*. Iniciou perguntando se reconhecia a forma numérica {3} do Numicon e pediu a (R14) que colocasse dentro do círculo uma quantidade de pinos igual à quantidade de furos que havia na peça do Numicon:

Pesquisador: “Que peça é esta daqui?”;

(R14) levantando três dedos: “Três.”;

Pesquisador: “Isso, coloque ela no tabuleiro.”;

Pesquisador: “Agora você vai colocar aqui no círculo uma quantidade de pinos igual ao de furos da forma do Numicon. Tá bom?”;

(R14) selecionou cada pino contando: “Um, dois, três.”;

Pesquisador: “Isso! Aí você vai falar: Tá pronto!”;

(R14): “Tá pronto.”;

Pesquisador: “Agora nós vamos conferir se está pronto mesmo. Você vai pegar os pinos selecionados e colocar dentro dos furos da peça. A peça tem que ficar completa e o círculo vazio. Tudo bem?”;

(R14) apontando para o círculo e para a forma do Numicon: “Vazio, completo.”;

Pesquisador: “Isso, você acertou a primeira. Agora vamos tentar outra.”;

Para o número 4, (R14) reconheceu a forma numérica {4} do Numicon rapidamente levantando 4 dedos e dizendo “quatro”. Ele pegou dois pinos com uma

mão e depois mais dois pinos com a outra mão, sem contagem, e os dispôs em uma forma parecida com a forma do Numicon (Fig. 71).



Figura 71: (R14) selecionou 4 pinos de 2 em 2

O próximo número foi o 5. Ao ver a forma numérica {5} do Numicon, (R14) disse que era o sete. O pesquisador pediu para ele contar os furos e a contagem foi: *“Um, dois, três, quatro, sete.”* Isso pode sugerir que, se (R14) acredita que um conjunto tem x elementos, a última palavra-número da sua contagem necessariamente precisa ser $[x]$, independente da sequência numérica padrão.

O pesquisador mostrou a faixa numerada ao aluno pedindo para que ele identificasse os números que conseguisse, e ele reconheceu todos eles. Depois disso, ele refez a atividade para o número cinco, identificando a forma numérica {5} do Numicon e selecionando 5 pinos, sem contagem. O pesquisador perguntou se estava pronto e ele afirmou que sim. (R14) fez a conferência e o pesquisador comemorou com ele. Apesar de o participante ter tido sucesso com o número 5, o pesquisador não tinha certeza se ele estava utilizando subitizing ou se ele acertou por sorte.

Na vez do número 6, (R14) não conseguiu identificar a forma numérica {6} do Numicon, e o pesquisador mostrou a faixa numerada de 1 a 10 para o participante. Pediu a ele que identificasse todos os números a partir do 1, e ele o fez corretamente com exceção do número 6 que foi confundido com o número 9. Logo depois, o pesquisador falou vários números de 1 a 10 aleatoriamente e pediu para

que o aluno apontasse para os números ditos na faixa numerada. (R14) identificou corretamente a maioria dos números com um bom tempo de resposta, menos de meio segundo. Algumas das vezes que o pesquisador solicitou o número 9, o estudante apontou para o 6 e, algumas das vezes que foi solicitado que apontasse para o 6, ele demorou cerca de 5 segundos para fazê-lo ou apontou para o 9. Em seguida, o pesquisador apontou para vários números da faixa numerada, de 1 a 10, e solicitou para (R14) que dissesse qual número estava sendo apontado. Esta tarefa pareceu ser mais fácil que a anterior, pois o aluno acertou todos os números apontados com um tempo de meio segundo, aproximadamente. E no final, o pesquisador voltou a falar números aleatoriamente para que o estudante apontasse para os números ditos. Pareceu que ele conseguiu identificar os números mais rapidamente e sem erros. Portanto, identificar o número apontado foi ligeiramente mais fácil que procurar um número na reta numerada.

Voltando para a atividade fundamental com o número 6, (R14) identificou a forma numérica {6} por contagem e selecionou um punhado de 5 pinos sem contagem. O pesquisador perguntou se estava pronto e ele afirmou que sim. Na conferência, o aluno foi encaixando os pinos na forma numérica do Numicon um por um e verificou que faltou um pino. O pesquisador lamentou:

Pesquisador: *“Ah, (R14) que pena, ficou faltando...”*;

(R14) apontando para um pino fora do círculo: *“Ih, tá aqui ó.”*;

Pesquisador: *“Quantos pinos faltaram?”*;

(R14): *“Seis.”*;

Pesquisador: *“Faltou um, não é?”*;

(R14): *“Ah não, um.”*;

Pesquisador: *“Tem que acertar de primeira, tá legal? Vamos tentar de novo (R14), você consegue.”*;

(R14) selecionou 6 pinos sem contagem e disse: *“Tá certo.”*;

Pesquisador: *“Tem certeza? Não é melhor você contar para ver se está certo mesmo?”*;

(R14): *“Um, dois, três, quatro, cinco, seis”*;

Pesquisador: *“Isso, aqui tem seis não é?”*;

(R14): *“É.”*;

Pesquisador apontando para a forma {6}: *“E esse número aqui também é seis, não é?”*;

(R14): *“É seis.”*;

Pesquisador: *“Então vamos ver se dará certo. Confira aí.”*

(R14) começa a conferência encaixando os pinos e espontaneamente inicia a contagem de 1 a 6. No final o pesquisador comemora com ele.

O estudante começou a atividade fundamental com a estratégia de selecionar os pinos sem contagem e constatou que não deu certo. Interessante notar que o aluno apontou para um pino fora do círculo e, logo após a pergunta “Quantos pinos faltam”, disse “seis”. Isso pode sugerir que ele ainda considera “seis” como sendo o pino que está faltando, e não a quantidade de seis pinos.

Para a quantidade 7, (R14) identifica a forma numérica {7} do Numicon rapidamente, sem contagem. Porém, seleciona novamente um punhado de 5 pinos sem contagem. O pesquisador pede para ele conferir e o participante constata, encaixando e contando os 5 pinos, que não selecionou pinos suficientes. O pesquisador lamenta e pergunta novamente quantos pinos faltaram, e o aluno responde corretamente: “Dois”. Na segunda tentativa, (R14) selecionou novamente, sem contagem, um punhado de 7 pinos. O pesquisador questionou quantos pinos ele selecionou e o aluno inicia a contagem: “*Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete.*” O pesquisador ressaltou que ele acabou de contar 7 pinos e que a forma numérica também representa 7. Na conferência o estudante encaixa os pinos contando de 1 a 7.

Para a forma numérica {8} do Numicon, o aluno precisou contar os furos para identificar a peça. Iniciou a seleção novamente com um punhado de 6 pinos sem contagem. Ao ser questionado pelo pesquisador sobre a quantidade selecionada, o participante realizou uma contagem correta até o sexto pino, mas o pesquisador disse que ele precisava de 8 pinos, e o estudante continuou uma contagem aleatória dizendo: “*nove, vinte, oito. Tem oito*”. O pesquisador pediu para ele conferir e constatou que faltaram dois pinos. Na segunda tentativa, (R14) novamente pegou um punhado de 7 pinos com uma das mãos e o pesquisador percebeu que ele não iria contar sua seleção. Então o pesquisador iniciou uma contagem conforme o aluno ia colocando dentro do círculo um pino de cada vez: “*Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete...*”. O participante notou que faltava um pino para completar 8, pegou um pino de fora e colocou-o dentro do círculo dizendo: “*Oito*”. Mas o pesquisador retirou todos os pinos do círculo dizendo que (R14) precisava realizar a tarefa sozinho. Nesse momento havia se passado 25 minutos da sessão e o aluno apresentava sinais de cansaço. Tentou selecionar três vezes 8 pinos mas a contagem dele sempre pulava da palavra-número [5] para [7]. Na quarta tentativa conseguiu realizar

a contagem com a ajuda do pesquisador, que o auxiliou na passagem do [5] para o [6], selecionou 8 pinos e fez a conferência.

Nesta sessão que foi aplicado o primeiro organizador genérico, (R14) ainda não utilizou a contagem como estratégia para ter sucesso na atividade. Ele simplesmente pegou um punhado de pinos e incentivado pelo pesquisador contou-os depois que já estavam dentro do círculo. A sequência numérica padrão de (R14) também apresentou alguns problemas, principalmente para os números acima de 5.

Sessão 4: Retomando o primeiro organizador genérico

Esta sessão começou com a aplicação do primeiro organizador genérico para o número 6. (R14) iniciou selecionando um punhado de 4 pinos sem contagem. O pesquisador perguntou a ele se estava pronto, e ele disse que sim. Então, espontaneamente começou a contar os 4 pinos, levantou os 4 dedos e disse: “*quatro*”. O pesquisador perguntou: “*Mas você quer quantos?*”. Ele olhou para a forma numérica {6} do Numicon e disse: “*seis*”. O pesquisador lembrou que ele havia selecionado apenas 4 pinos. Então o aluno pegou mais um pino e disse: “*Agora vai dar certo*”. Ao conferir, percebeu que faltou um pino. O pesquisador pediu que ele repetisse a atividade e o participante utilizou uma estratégia feita também por (B19). Ele retirou todos os pinos do círculo, separou-os num monte e adicionou mais um pino neste monte (Fig. 72), retornou com esses pinos para o círculo sem contagem, contou esses 6 pinos corretamente dentro do círculo e fez a conferência também contando cada pino encaixado.

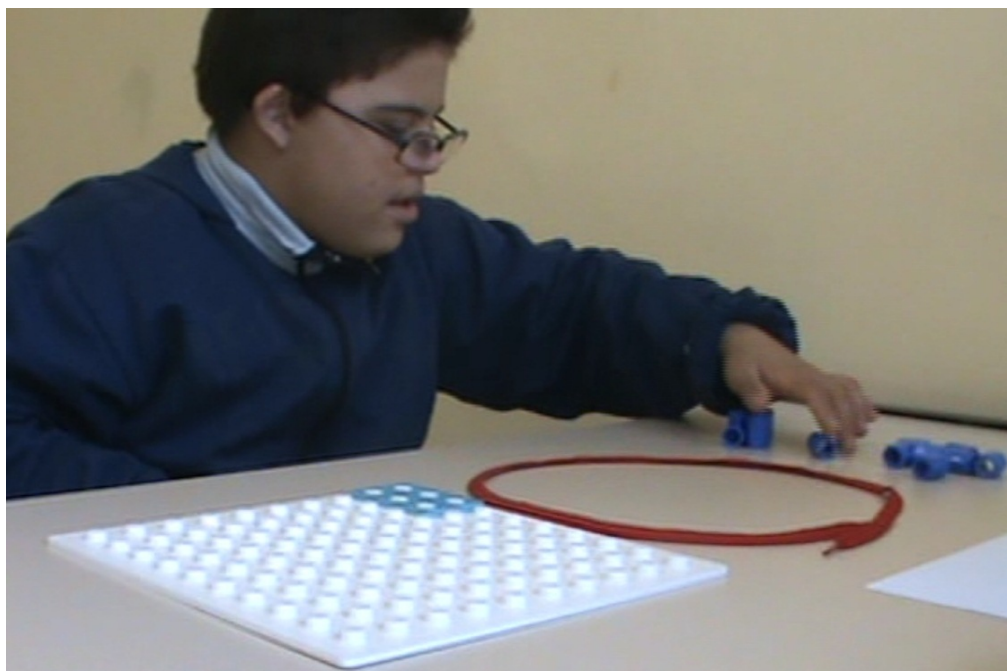


Figura 72: (R14) adicionando mais um pino aos 5 pinos antes selecionados

Para o número 7, (R14) identificou a forma numérica {7} do Numicon sem contagem, selecionou um punhado de 8 pinos sem contagem e não contou esses pinos dentro do círculo. O aluno optou por dizer que estava pronto e fez a conferência, constatando que sobrara um pino. O pesquisador lamentou e disse que ele quase tinha acertado e não poderia sobrar nenhum pino dentro do círculo. Na segunda tentativa, o participante inicia uma contagem para colocar os pinos dentro do círculo, porém, essa contagem não foi correta. Ele selecionou 5 pinos e contou: “[1]-A, [2]-B, [20]-C-D, [7]-E”. Ou seja, (R14) selecionou 5 objetos (A, B, C, D, E) e atribuiu a palavra-número [20] para o terceiro e quarto pinos. Ao conferir, o aluno percebeu que faltavam dois pinos. Na terceira tentativa, o estudante seleciona 8 pinos com a seguinte contagem: “[1], [2], [6], [4], [6], [5], [6], [7]”.

Percebendo um pouco de cansaço por parte do aluno, o pesquisador propõe a ele a mesma atividade com um número mais fácil. O aluno concorda e faz com o número 3. Rapidamente ele seleciona 3 pinos sem contagem, coloca-os dentro do círculo, conta corretamente os 3 pinos selecionados no círculo e faz a conferência contando os pinos conforme encaixa na peça do Numicon. Para o número 4, faz exatamente como fez com o 3.

Para o número 5, desta vez o participante, sem contagem, reconheceu a forma numérica {5} do Numicon. Mas selecionou 6 pinos sem contagem, não contou

os pinos selecionados e fez a conferência constatando que sobrou um pino. Tentou ainda mais três vezes, sempre selecionando um número diferente de 5 sem contagem. O pesquisador realizou a atividade com o número 5 uma vez para que o estudante observasse um exemplo, ou seja, fez a contagem dos 5 pinos ao colocá-los dentro do círculo e fez a conferência também contando. Logo em seguida, o pesquisador pediu para que (R14) realizasse a mesma atividade, porém, o participante continuou selecionando um punhado diferente de 5 pinos, e a conferência não se procedia. Mas o pesquisador insistiu e tentou novamente realizar a atividade para o número 5 iniciando a contagem no momento da seleção dos pinos, e desta vez (R14) teve sucesso nesta atividade. Porém, para o número 6, continuou tendo dificuldades para realizar a seleção e a contagem na sequência correta.

Esta sessão foi bem cansativa. O pesquisador tentou induzir o participante para uma estratégia de contagem na seleção da quantidade de pinos, mas não surtiu efeito, nem mesmo quando realizou um exemplo desta estratégia para o aluno. As dificuldades começaram a surgir a partir da quantidade cinco.

Sessão 5: O segundo organizador genérico: parte 1

Esta sessão iniciou-se com o pesquisador mostrando a (R14) as fichas numeradas de 1 a 10, uma a uma e de forma aleatória, para que ele as identificasse, e o estudante respondeu corretamente para todas as fichas. Logo em seguida, o pesquisador propôs ao aluno que ele colocasse as fichas na ordem crescente:

Pesquisador: *“Agora vamos colocar na ordem crescente. O primeiro é o um. Qual número vem depois do um?”*;

(R14) olhou para as fichas espalhadas e visualizou o número sete: *“Sete.”*;

Pesquisador levantou dois dedos: *“Não, depois do um vem o ...”*;

(R14) levantou dois dedos também: *“Dois. Tá aqui.”*;

Pesquisador: *“Então coloca lá depois do um. Quem vem depois do dois?”*;

(R14): *“Depois do dois? ... Três.”*;

Pesquisador: *“Onde está o três?”*;

(R14): *“Está aqui.”*;

Pesquisador: *“Depois do três quem vem?”*;

(R14) levantou quatro dedos: *“Quatro. Tá aqui ó, quatro”*;

Pesquisador em silêncio;

(R14) olhou para a sequência já montada, para o pesquisador, levantou cinco dedos e disse: *“Cinco.”*;

Pesquisador em silêncio;

(R14) olhou para a sequência já montada, para o pesquisador, e disse: “Seis... sete... oito... nove... dez.” (Fig.73);

Pesquisador: “Muito bem (R14)!”.

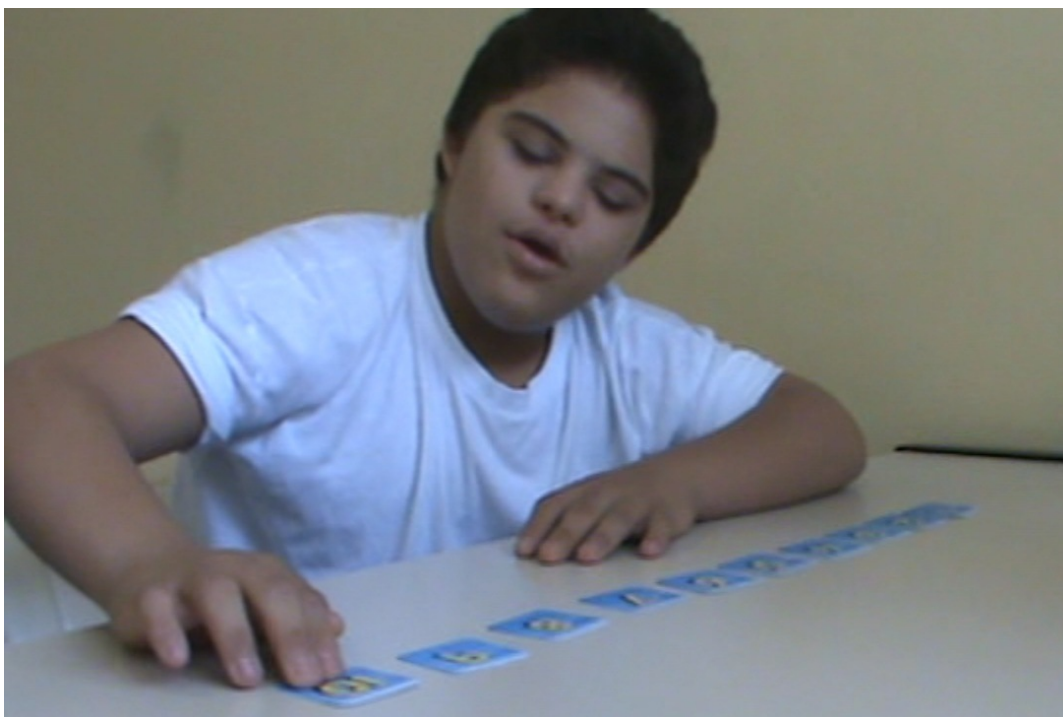


Figura 73: (R14) completando a sequência numérica com as fichas numeradas

A seguir, o pesquisador apresentou as formas numéricas do Numicon para o estudante associá-las às fichas numeradas.

Pesquisador: “Esta peça aqui qual é?”;

(R14): “Um.”;

Pesquisador coloca em cima da ficha 1: “Coloca aqui, tá bom?”;

Pesquisador mostrou a forma {3}: “E essa aqui, qual é?”;

(R14) levantou três dedos e colocou no local correto: “Três.”;

Pesquisador mostrou a forma {4}: “E essa aqui, qual é?”;

(R14) levantou quatro dedos e colocou no local correto: “Quatro.”;

E assim o aluno fez corretamente do número 1 ao 6. Para os números restantes, o pesquisador colocou as formas {7}, {8}, {9} e {10} espalhadas na frente de (R14) e deixou-o à vontade. Ele confundiu a forma {8} com a {10}, mas percebeu a diferença do tamanho e trocou de posição, e reconheceu rapidamente a forma {7} e a {9} encaixando-as corretamente (Fig. 74).



Figura 74: (R14) associando as fichas com as formas do Numicon

(R14) adquiriu a capacidade de reconhecer as formas numéricas do Numicon em apenas 2 sessões. As formas de {5} a {10} só foram apresentadas na sessão 3.

Em seguida, o pesquisador foi apontando para os números, de forma aleatória, e solicitou que o participante reconhecesse-os. O estudante não teve dificuldade nenhuma.

Após isso, o pesquisador retirou as fichas numeradas e foi apresentando-as uma a uma, de forma aleatória, e pediu ao aluno que as associasse às formas numéricas do Numicon. O participante colocou corretamente as fichas numeradas 3 e 4, porém colocou a ficha 5 associando-a à forma numérica {6} do Numicon. Com isso, foi deslocando as fichas 6, 7, 8 e 9 para as formas {7}, {8}, {9} e {10}. Quando o pesquisador mostrou a ficha 10, o aluno colocou-a associando à forma {5}. O pesquisador o alertou:

Pesquisador: *“Tem alguma coisa errada. Vamos ver se você consegue descobrir?”*;

(R14) percebeu o erro e trocou corretamente a ficha 9 pela 10: *“Eita... Ah é aqui.”* (Fig.75);



Figura 75: (R14) trocando a ficha 9 pela 10

(R14) com a ficha 9 na mão trocou corretamente pela ficha 8, mas essa foi colocada junto à forma {5}. Ainda olhou para a ficha 7 e trocou-a com a ficha 6. As fichas 1 e 2 foram colocadas corretamente. Neste momento a sequência estava: 1, 2, 3, 4, 8, 5, 7, 6, 9, 10. O pesquisador pediu para o participante verificar se a sequência e as associações estavam corretas:

Pesquisador: *“Agora verifique se está certa a sequência”*;

(R14) contou e levantou a quantidade de dedos até 4: *“Um, dois, três, quatro..., oito”*;

Pesquisador: *“Não, não é cinco aqui?”*;

(R14) observou e trocou a ficha 5 com a ficha 8: *“Ah, cinco..., oito”*;

Pesquisador: *“Está certo o 8 aqui?”*;

(R14): *“Tá certo.”*;

Pesquisador apontou para cada peça do Numicon e contou: *“Olha, um, dois, três, quatro, cinco...”*;

(R14): *“... seis. É o seis”*;

Pesquisador: *“Sim, é o seis, onde está o seis?”*;

(R14) observou e trocou corretamente a ficha 6 com a ficha 8: *“Aqui. Seis, sete, oito, nove, dez”*.

Depois disso, o pesquisador recolheu as fichas numeradas e solicitou a (R14) que apontasse para a forma numérica do Numicon correspondente ao número que era dito. O pesquisador começou com o número 5 e o aluno apontou corretamente

para a forma numérica {5} do Numicon. A notação para esta sequência de ações será: 5-{5}.

O pesquisador continuou: 4-{4}; 2-{2}; 1-{1}; 3-{3}; **5-{4}**. Toda vez que o estudante errava, o pesquisador dizia qual era a forma numérica que ele havia apontado: “Esse é o quatro. Onde está o cinco?”. O participante continuou: 5-{5}; 4-{4}; 5-{5}; 6-{6}; 7-{7}; 8-{8}; 9-{9}; 10-{10}; 9-{9}; 8-{8}; 7-{7}; 6-{6}; **7-{5}**. Pesquisador disse: “Esse é o cinco”. O aluno apontou corretamente para a forma {7} e continuou: 7-{7}; 6-{6}; **8-{7}**; “Esse é o sete”; 8-{8}; 10-{10}; 9-{9}; **6-{8}**; “Esse é o oito”; 6-{6}; 7-{7}; 10-{10}; 8-{8}; 9-{9}; 7-{7}; 6-{6}; 8-{8}; 9-{9}; 10-{10}. Pesquisador: “É isso aí (R14)!”.

Percebe-se que o estudante teve facilidade em reconhecer as formas de {1} a {4}, a forma {9} e a {10} logo no início, e um pouco menos facilidade para {5}, {6}, {7} e {8}. Mas o reconhecimento destas outras formas também se efetuou com o passar do tempo, até o final da atividade.

Sessão 6: O segundo organizador genérico: parte 2

O pesquisador iniciou esta sessão espalhando as formas numéricas de {1} a {10} do Numicon na mesa, e pediu a (R14) que as colocasse na ordem começando pelo 1. O pesquisador começou colocando a forma {1} no canto esquerdo da mesa e o estudante continuou com a seguinte sequência de peças: {2}, {5}, {8}, {7}, {9}, {10} e deixou de lado as outras. O que pôde ser percebido é que a sequência escolhida pelo participante foi selecionar a peça mais próxima de sua mão, e sempre nomeando-a corretamente. Percebendo que o aluno não havia entendido a proposta, o pesquisador sugeriu que colocasse as peças na sequência:

Pesquisador apontou para as peças: “Vamos tentar colocar na sequência? Um, dois,... depois do dois ...”;

(R14) levantou 3 dedos e pegou a peça: “Três”;

A sequência ficou: {1}, {2}, {3}, {5}, {8}, {7}, {9}, {10}.

(R14) apontou para as peças {1} e {2} e pegou a {4} que estava de fora: “Um, dois,... quatro.”;

A sequência ficou: {1}, {2}, {4}, {3}, {5}, {8}, {7}, {9}, {10}.

(R14) olhou para a forma {6} que estava sobrando e a colocou no final da sequência: “Esse aqui é o seis.”;

A sequência ficou: {1}, {2}, {4}, {3}, {5}, {8}, {7}, {9}, {10}, {6}.

Pesquisador: “Vamos ver essa sequência? Um, dois, ... quem vem depois do dois?”;

(R14) olhou para a sequência montada: “Quatro.”;

Pesquisador levantou dedo por dedo do 1 ao 3: “Olha, um, dois,...”;

(R14): *“Ah, três.”*;

(R14) olhou para a sequência montada: *“Eita, tá errado aqui.”*;

Trocou {3} com {4} e a sequência ficou: {1}, {2}, {3}, {4}, {5}, {8}, {7}, {9}, {10}, {6}.

(R14) olhou para o final da sequência e mudou a posição do 6: *“Eita, tá errado aqui. Esse aqui pra lá. Pronto.”*;

A sequência ficou: {1}, {2}, {3}, {4}, {6}, {5}, {8}, {7}, {9}, {10}.

Pesquisador: *“Será que está certo?”*;

(R14): *“Tá certo.”*;

Pesquisador: *“Vamos conferir? Um...”*;

(R14) olhando para a sequência: *“Um, dois, três, quatro... ah o cinco.”*;

(R14) trocou de posição as formas {5} com {6} e logo depois olhou para {8} e {7} e as trocou de posição também: *“Esse bota aqui... esse bota aqui.”*;

(R14): *“Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove, dez.”*;

Pesquisador: *“Aê (R14), muito bem! Você só teve uma sessão dessa atividade e já sabe!”*.

Nas primeiras sessões, o participante mostrou alguns erros relacionados à sequência numérica padrão. Por esse motivo, o pesquisador aplicou o segundo organizador genérico. Na primeira parte deste organizador, o aluno mostrou que, com apoio do Numicon e das fichas numeradas, conhece a sequência numérica padrão, apesar de nem sempre conseguir reproduzi-la corretamente. Faltou verificar se o estudante conhecia a relação concreta de adicionar/retirar um elemento de um conjunto e o sucessor/antecessor de um número.

O pesquisador pediu para que (R14) representasse nos dedos os números de 1 a 10 nesta sequência, e o estudante executou a solicitação perfeitamente. Logo em seguida, foi o pesquisador que passou a mostrar dedos levantados e (R14) tinha que identificar a quantidade. O aluno acertou todas as representações de 1 a 5. No momento que o pesquisador levantou seis dedos, o estudante parou, olhou para a sequência montada à sua frente e respondeu corretamente (Fig. 76). O pesquisador foi aumentando um a um o número de dedos até 10 dedos e quando voltou para 9 dedos, o participante parou por um instante, pensou e respondeu corretamente. Para 8 dedos o estudante disse: *“seis”*; e o pesquisador: *“quase”*. (R14) olhou novamente para as fichas e respondeu corretamente. Ainda teve que olhar mais uma vez para responder a quantidade de 6 dedos e em todas as outras quantidades ele acertou a resposta.



Figura 76: (R14) olhando para a sequência para identificar 6 dedos

Percebe-se que a sequência de fichas numeradas na ordem padrão, auxilia o participante como uma espécie de “memória” para lembrar qual número vem antes do 10, ou depois do 5, por exemplo. Mas, sem dúvida, o aluno conhece o funcionamento da dinâmica relação entre as ações de adicionar/retirar um elemento do conjunto e o sucessor/antecessor de um número da sequência numérica padrão.

Portanto, para (R14) não foi preciso trabalhar o segundo organizador genérico todo, somente a primeira parte. A dificuldade do estudante era justamente reproduzir a sequência numérica padrão, e pelo desempenho dele na primeira parte, notou-se que ele a conhece, mas às vezes a esquece. Porém, com o auxílio da sequência numérica padrão montada em sua frente, sua performance na seleção de quantidades acima de 4 elementos foi muito melhor que nas primeiras sessões.

Sessão 7: A volta para o primeiro organizador genérico

Na sessão anterior o pesquisador verificou que (R14) foi capaz de relacionar as ações de adicionar/retirar com sucessor/antecessor de um determinado número utilizando os dedos das mãos, e nesta sessão verificou-se também que o participante desempenhou com sucesso a atividade utilizando um material concreto, no caso os pinos. O pesquisador solicitou que o estudante colocasse 5 pinos no círculo, formado pelo barbante, e ele selecionou 4 pinos. O pesquisador pediu que o

aluno contasse e este verificou que havia 4 pinos. O pesquisador lembrou-o que a solicitação era de 5 pinos e o participante selecionou mais 1 pino junto aos 4 dentro do círculo. Logo em seguida o pesquisador solicitou 6 pinos dentro do círculo, e (R14) selecionou mais 1 pino, e assim foi, de um em um até o 10º pino. O pesquisador pegou todos os 10 pinos nas mãos e perguntou quantos pinos havia em suas mãos, depois colocou os 10 pinos nas mãos do aluno e, logo em seguida, pediu para que ele colocasse os pinos de volta no círculo. Em todas as situações o estudante disse que havia 10 pinos, parecendo assim que ele entendia o princípio da conservação.

Voltando para o primeiro organizador genérico, o pesquisador solicitou que (R14) selecionasse 6 pinos, e ele selecionou todos os 13 pinos disponíveis na mesa, sem contagem, colocando-os dentro do círculo. O pesquisador contou os 6 primeiros pinos dentro do círculo e retirou todo o restante, mostrando ao aluno que havia muito mais que 6 pinos e aqueles que ficaram dentro do círculo eram 6 pinos. O estudante pareceu entender e repetiu a *atividade fundamental* para o número 6. Desta vez, ele selecionou corretamente 6 pinos pegando 3 em cada mão. O pesquisador questionou-o se realmente havia 6 pinos, e o participante disse que sim e começou a seguinte contagem: “*um, dois, três, um, dois, três... Não, um, dois, três, quatro, cinco, seis*”. A princípio o aluno havia contado os 3 primeiros pinos e depois os 3 últimos e, logo que terminou, percebeu sozinho que deveria contar todos os pinos. No final, fez a conferência encaixando os pinos na forma numérica {6} do Numicon e comemorou com o pesquisador.

Para o número 7, (R14) selecionou, sem contagem, 8 pinos dentro do círculo. O pesquisador perguntou: “*Como você sabe se tem 7 pinos aí dentro?*”. O estudante disse que tinha e iniciou a contagem: “*Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito*”. O pesquisador lembrou que queria 7 pinos, e o aluno retirou 1 pino. Pesquisador ainda questionou: “*Agora tem 7 pinos?*”. O aluno disse apontando para o sétimo pino: “*Tem sete*”. Logo em seguida, ele fez a conferência na forma {7} do Numicon e o pesquisador pediu que ele colocasse 7 pinos em suas mãos. O participante pegou todos os pinos encaixados e colocou nas mãos do pesquisador. O pesquisador perguntou ao mesmo tempo em que realizava a ação: “*Se eu colocar todos esses pinos em suas mãos, quantos pinos você terá?*”. O estudante respondeu corretamente que teria 7 pinos.

Para o número 8, o participante selecionou, sem contagem, 7 pinos e iniciou a contagem: *“um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete”*. Fez uma pausa, olhou para o lado e falou, ao mesmo tempo que pegava mais 1 pino: *“Ah, oito! Tá aqui. Oito”*. Logo em seguida, realizou a conferência e comemorou com o pesquisador.

Para o número 9, o aluno selecionou, sem contagem, os 13 pinos disponíveis na mesa e iniciou uma contagem que foi até o número 9, porém não apontou para todos os pinos. O pesquisador disse que o participante não havia contado todos os pinos e ao fazer a conferência, encaixando os pinos na forma {9} do Numicon, ele percebeu, então, que havia mais de 9 pinos. Na segunda tentativa ele selecionou, sem contagem, 4 pinos, e o pesquisador lembrou-o que eram 9 pinos para serem selecionados. O aluno, então, apanhou mais 4 pinos, um por um, e conforme contava ia colocando no círculo: *“cinco, seis, e o sete {aqui sem pino}, oito, nove”*. O pesquisador perguntou se havia 9 pinos e ele iniciou a contagem dos pinos dentro do círculo: *“Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito. Ah, esse aqui {pegando fora do círculo}... nove.”* Fez a conferência e comemorou com o pesquisador.

Para o número 10, (R14) mudou a estratégia e iniciou a seleção dos pinos, um a um, juntamente com a contagem (Fig. 77). Nas estratégias anteriores ele colocava um punhado de pinos no círculo e depois os contava, às vezes com o questionamento do pesquisador e outras vezes tinha essa iniciativa sozinho. O objetivo deste organizador genérico não é fazer com que os participantes adotem esta estratégia de contagem no mesmo instante da seleção e sim estimulá-los a criarem outras estratégias no momento que a atividade não é bem sucedida. E o que este trabalho se propõe a analisar é justamente o desenvolvimento das estratégias adotadas por eles. Porém, até o momento, esta estratégia se mostrou mais eficiente que as anteriores pela questão de “economia” de ações, pois como o aluno optou, anteriormente, pela estratégia de contagem apenas após a seleção do punhado e somente depois decidia se acrescentava ou retirava pinos, nesta nova estratégia o estudante já realizaria o procedimento de contagem junto com a seleção. Por fim, o aluno conseguiu selecionar os 10 pinos na primeira tentativa sem erros, e logo em seguida fez a conferência na forma {10} do Numicon.



Figura 77: (R14) selecionando 10 pinos, um a um

O pesquisador ainda solicitou as quantidades 7 e 9 e o participante novamente utilizou a estratégia de contagem ao mesmo tempo da seleção de um em um pino. Em ambas as quantidades, o aluno teve êxito na primeira tentativa.

Apesar de (R14), na maioria das vezes, não ter tido a estratégia de começar a contagem ao mesmo tempo em que selecionava os pinos, sua estratégia foi válida: contar depois que os pinos já estavam dentro do círculo e depois da contagem decidir se retirava ou adicionava mais pinos. É interessante notar que a noção de quantidade ou estimativa do participante melhorou muito desde a primeira sessão, onde selecionava um punhado aleatório para qualquer quantidade acima de 5.

4.2.2 – DISCUSSÃO I DE (R14): Organizador genérico I

Nas primeiras sessões é possível observar as unidades cognitivas de (R14) com relação à sua imagem conceitual de número. E serão analisadas as mudanças durante e logo após a aplicação dos dois organizadores genéricos.

Nas primeiras sessões observou-se que (R14) não foi capaz de selecionar quantidades acima de 4 elementos, apesar de saber contar perfeitamente até 5. Este fato pode indicar que havia uma desconexão entre a raiz cognitiva “procedimento de contagem” e a unidade cognitiva “quantidade de 4 elementos”.

Com relação à contagem de elementos fixos e soltos, o participante mostrou dificuldades em contar conjuntos acima de 6 elementos e o maior erro cometido foi em relação à sequência padrão de palavras-número, principalmente depois de [6]. Além disso, em algumas vezes, quando solicitado contar um conjunto de 5 elementos, o entendimento de número 5 pareceu estar relacionado não com a quantidade de 5 elementos, mas sim ao último e quinto elemento contado. Evidenciando assim, um entendimento de atribuição de nome ao objeto.

A noção do princípio de conservação de (R14) foi satisfatória. Ele sabia em qual folha havia mais objetos ou se havia um número igual de objetos, mesmo que estes objetos sofressem uma mudança espacial. Por exemplo, quando já tinha contado corretamente 5 cubinhos, se esses cubinhos fossem agrupados, ou espalhados, ou passados de mão em mão, o aluno sabia que a quantidade não se alteraria.

Ao ser apresentado para o Numicon, o participante conseguiu memorizar rapidamente as formas numéricas de {1} a {4}, e com pouco menos facilidade as outras formas de {5} a {10}, aumentando assim sua imagem conceitual de número.

O primeiro contato de (R14) com a *atividade fundamental*, ou primeiro organizador genérico, também foi o primeiro contato com as formas numéricas {5}, {6}, {7} e {8} do Numicon. O participante utilizou, como estratégia inicial, apanhar um punhado de pinos sem contagem e dizer que aquela quantidade era a solicitada pelo pesquisador. Este, por sua vez, incentivou o aluno a contar os pinos selecionados, e quando a contagem estava correta, comparava com o número solicitado e o estudante fazia a conferência. Na conferência, surgiam os *exemplos* e *contraexemplos* de número solicitado pelo pesquisador. Para ilustrar, o pesquisador solicitava 4 pinos e o participante selecionava e contava corretamente 4 pinos, obtendo um *exemplo* do conceito de número 4. Já, no momento em que a solicitação de 6 pinos foi diferente da seleção e contagem correta de 5 pinos, a conferência mostrou um *contraexemplo* do conceito de número 6. E é exatamente neste momento que o participante começou a perceber o que faltou para conseguir 6 elementos.

A importância do *contraexemplo* nesse organizador genérico se mostra no momento em que o estudante cria uma estratégia nova para conseguir o sucesso na atividade. Na segunda sessão da *atividade fundamental*, o aluno percebendo que faltara um pino para completar, na conferência, separou o punhado de pinos

selecionado e adicionou mais um elemento para, assim, conseguir um *exemplo* da quantidade solicitada (Fig. 72).

A dificuldade para (R14) começava mesmo a partir da quantidade 5. As quantidades, 1, 2, 3 e 4 eram facilmente selecionadas pelo aluno, por *subitizing*, sem contagem.

Como a dificuldade do aluno, em seguir corretamente a sequência numérica padrão, atrapalhou demasiadamente seu desempenho na seleção de objetos, o participante fez duas sessões do organizador genérico II e depois voltou para o organizador genérico I. Logo em seguida da aplicação do segundo organizador genérico, percebeu-se que a contagem de (R14) melhorara muito em relação às primeiras sessões. Tanto que ele obteve sucesso para a seleção de 5 a 10 pinos na última sessão. É importante ressaltar que não há como ter certeza absoluta que foi por causa do organizador genérico II que o aluno passou a contar melhor. O que se observa é que antes a contagem do estudante se perdia depois do número 6, talvez por cansaço ou falta de atenção daquele momento, e depois a contagem se manteve por mais tempo dentro do padrão.

4.2.3 – DISCUSSÃO II DE (R14): Organizador genérico II

A dificuldade em dizer a sequência de palavras-número padrão, nas primeiras sessões, levou o pesquisador a aplicar o segundo organizador genérico no participante.

O que pôde se perceber é que (R14) conseguiu em duas sessões reconhecer e identificar, rapidamente, as formas numéricas do Numicon e as colocar em ordem crescente. Além disso, ele já tinha, em sua imagem conceitual, o conhecimento da consequência das ações de retirar/adicionar um elemento em um dado conjunto cuja quantidade é conhecida. Portanto, o segundo organizador genérico o auxiliou mais na parte da memorização da sequência numérica padrão.

Talvez, o ato de manipular as fichas numeradas, juntamente com as formas numéricas do Numicon, e fazer com que o participante as organizasse na ordem crescente, desse a ele uma visão geral de toda a sequência. E o fato dele ser forçado a pensar em que posição deveria estar cada forma numérica ou cada ficha,

junto com a manipulação do material, talvez fizesse com que, de alguma forma, criasse conexões entre os números da sequência. Por exemplo, quando a sequência inicial montada pelo estudante foi {1}, {2}, {3}, {5}, {8}, {7}, {9}, {10}, e depois ele foi encaixando as peças que estavam de fora e trocando-as de posição até concluir que a sequência montada por ele estava correta, fez com que estimulasse sua *raiz cognitiva* procedimento da contagem. Então, por exemplo, depois do 3, sua *raiz cognitiva* “sequência numérica padrão” se esforçou para lembrar do 4, lembrar qual peça do Numicon representava o 4, localizar essa peça espalhada na mesa e colocá-la depois do 3. Todas essas ações, talvez possam ter auxiliado para uma melhor memorização da sequência numérica padrão e consequentemente no aprimoramento da *raiz cognitiva*.

O organizador genérico II, nesse caso, utiliza-se de um *contraexemplo* de uma sequência que não é a padrão montada pelo participante, e da *raiz cognitiva* “sequência numérica padrão”, que está na imagem conceitual de (R14), e que foi forçada a “trabalhar” para que aqueles elementos manipuláveis se tornassem um *exemplo* de uma sequência numérica padrão. Com isso, esperou-se uma melhora na imagem conceitual de número do participante. E parece que isso se refletiu no sucesso do primeiro organizador genérico, aplicado após este segundo organizador genérico.

4.2.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS DE (R14)

(R14) teve um desenvolvimento relativamente rápido em relação aos demais participantes. No início das sessões, ele tinha uma imagem conceitual de número parecida com (B19), ou seja, tinha dificuldades com a sequência numérica padrão, não selecionava quantidades acima de 4 elementos, a habilidade de *subitizing* era até 4 objetos, reconhecia os numerais até 10 e tinha um entendimento do princípio da conservação. Talvez, a principal diferença entre os dois participantes era que (R14) representava e identificava corretamente as quantidades de 1 a 10 dedos, enquanto (B19) só até 5 dedos. O estudante conseguiu selecionar com sucesso conjuntos até 10 elementos em um tempo menor que os outros participantes, apesar de ter uma idade inferior ao de (B19). Isso mostra que a idade não é um fator muito relevante, em se tratando do conceito de número dentre as crianças com síndrome

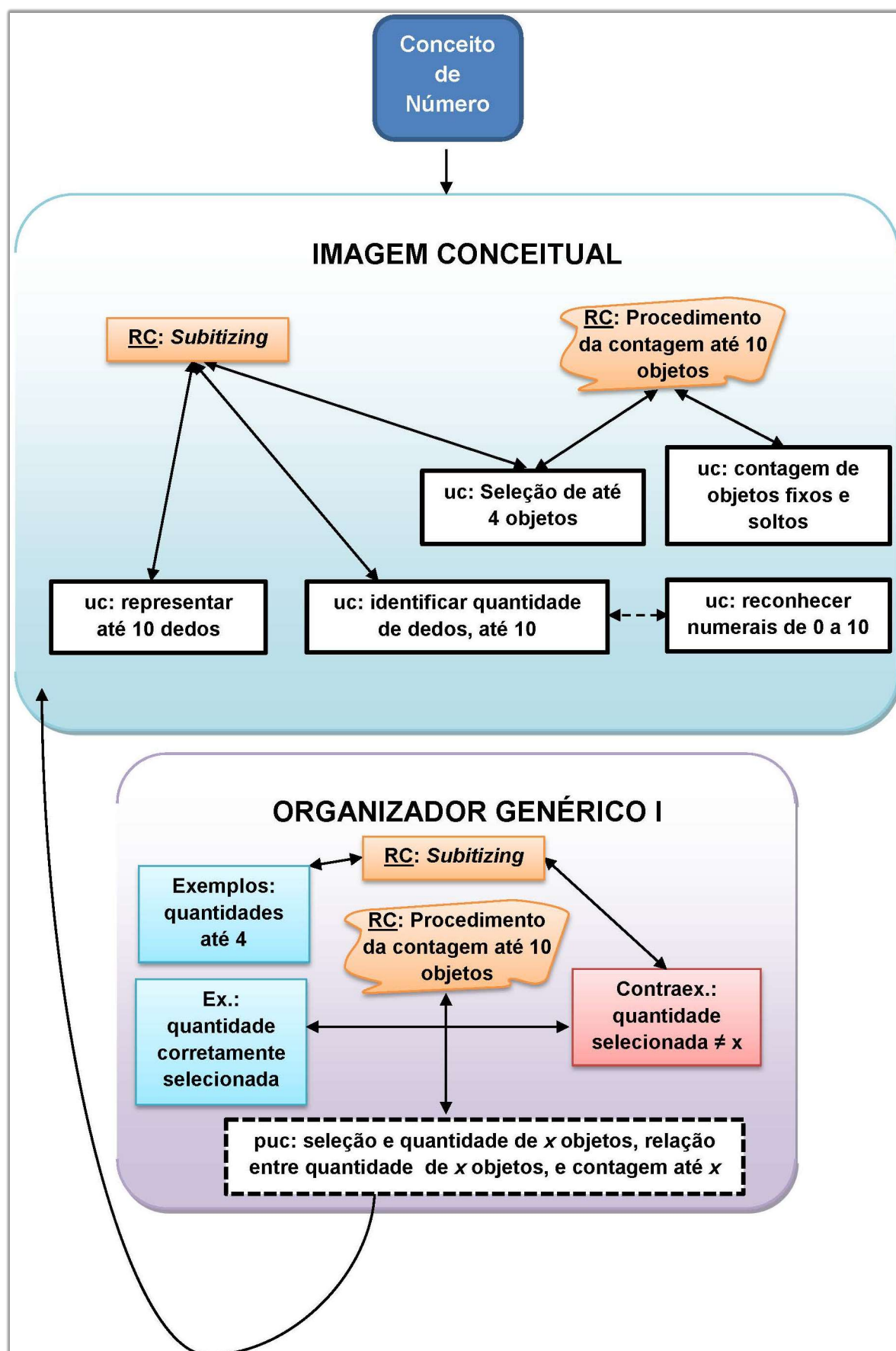
de Down, e que estas têm diferentes velocidades de desenvolvimento, mesmo estando em um mesmo ambiente de aprendizagem, no caso a APAE-Rio.

O esquema 3 abaixo mostra a imagem conceitual de número de (R14), descrito no parágrafo anterior, antes do organizador genérico I. A *Raiz Cognitiva* “*subitizing*” estava associada à ação de identificar e representar quantidades de dedos, já que o participante não os contava para determiná-la. A *unidade cognitiva* “reconhecer numerais até 10” encontra-se mais isolada, pois era determinada subitamente e poderia ou não evocar a lembrança das quantidades de dedos. A *Raiz Cognitiva* “procedimento da contagem até 10 objetos” também foi relacionada à seleção de até 4 objetos, pois o participante chegou a contar os 4 pinos selecionados por ele, e além disso esta *raiz cognitiva* foi utilizada para contar objetos fixos e soltos.

Dentro do organizador genérico I, ou atividade fundamental, o participante utilizou-se da *raiz cognitiva* “procedimento da contagem” para descobrir se a sua seleção, sem contagem, representava a quantidade solicitada. Ao final de cada contagem, o participante tinha diante de si um *exemplo* ou um *contraexemplo* do número pedido pelo pesquisador, e decidia se mantinha, adicionava ou retirava pinos, antes da conferência. Durante esta atividade, o estudante cometeu erros de contagem, que foram trabalhados na aplicação do organizador genérico II, e percebeu que se não contasse a seleção de pinos antes da conferência, não tinha sucesso, na maioria das vezes. Então, este organizador genérico talvez tenha tido o mérito de fazer com que o aluno passasse a relacionar a contagem dos pinos selecionados com a quantidade solicitada.

Após a aplicação deste organizador, o participante passou a selecionar corretamente, com uma maior frequência de acertos, quantidades de pinos solicitados, e esta relação entre contagem e quantidade pode ser considerada como uma *possível unidade cognitiva* que foi incorporada à imagem conceitual de número.

Esquema 3: Imagem conceitual de número de (R14) e Organizador genérico I

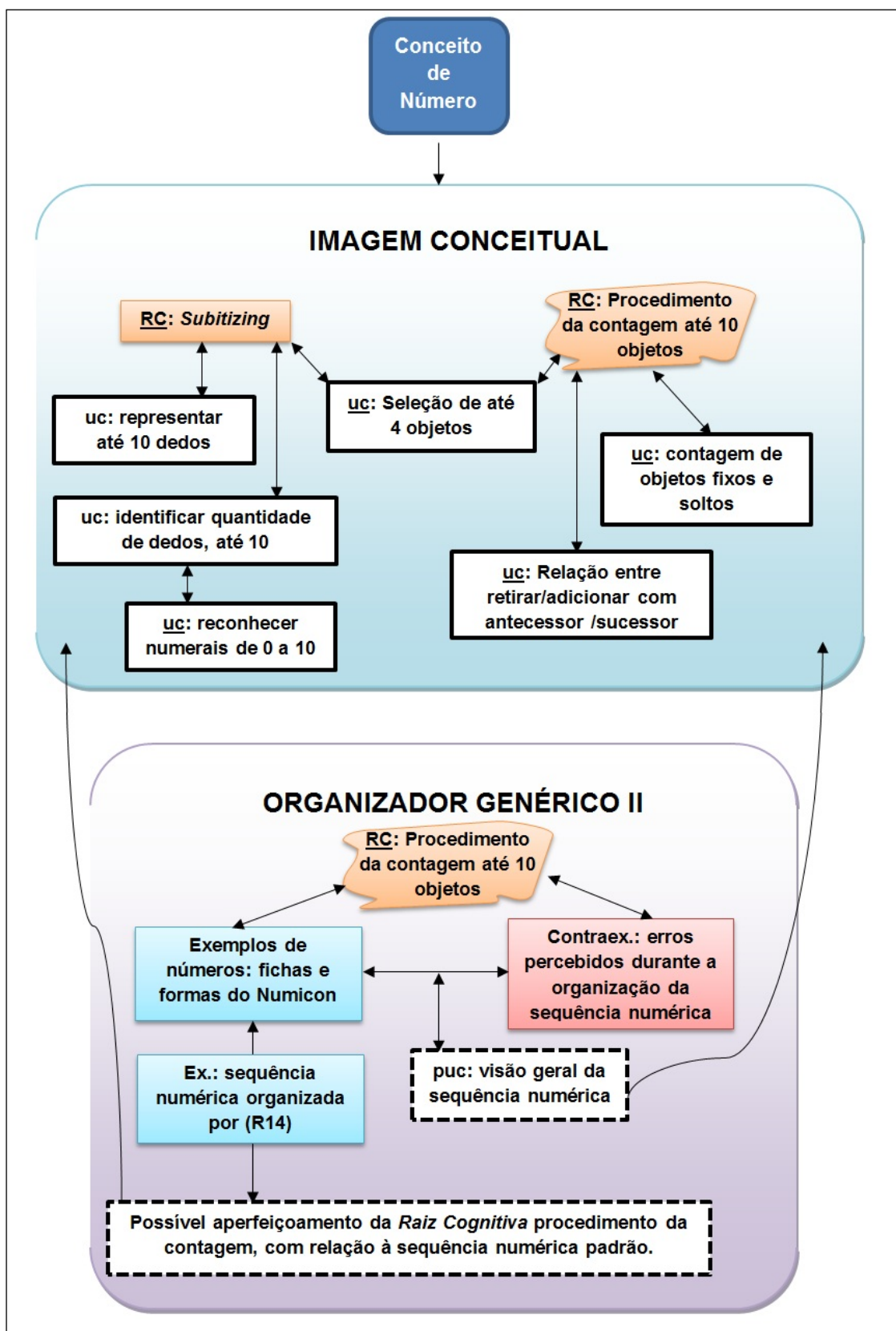


No segundo organizador genérico, além da imagem conceitual já conhecida anteriormente, foi evocada, da imagem conceitual de (R14), uma *unidade cognitiva* muito importante, que é a relação entre as ações de retirar/acrescentar elementos, a uma quantidade conhecida, e o antecessor/sucessor de um número. Ou seja, durante a aplicação deste organizador genérico, o participante mostrou possuir este conhecimento, que, aliás, foi utilizado para o bom desempenho na reaplicação do primeiro organizador genérico.

O aluno mostrou dificuldades ao pronunciar a sequência numérica padrão durante as primeiras sessões, e com a aplicação do organizador genérico II, pareceu que teve uma melhora neste aspecto.

À frente do participante havia exemplos de números: as fichas numeradas e as formas numéricas do Numicon. Então, o participante teve a oportunidade de manipular esse material para montar uma sequência, trocar os elementos de lugar, experimentar outras posições e ter uma visão global da sequência numérica padrão. A partir da *Raiz Cognitiva* “procedimento da contagem”, estes números foram colocados em uma determinada ordem pelo aluno, e quando esta não estava correta, formava-se um *contraexemplo* de uma sequência padrão, com a qual tinha a possibilidade de trabalhar nela para transformá-la em um *exemplo* de uma sequência convencional, que, aliás, estava em sua imagem conceitual, esperando ser estimulada. Após a conclusão da montagem da sequência numérica padrão e comemoração com o pesquisador, (R14) teve um ótimo desempenho quando reaplicado o primeiro organizador genérico, principalmente devido à melhora no procedimento da contagem referente à sequência padrão de palavras-número.

Esquema 4: Imagem conceitual de número de (R14) e Organizador genérico II



Não é possível saber se (R14), assim como (B19), continuará tendo sucesso na seleção de objetos todas as vezes que forem solicitadas a ele quantidades de elementos de conjuntos discretos até 10, ou ainda, se ele adotará a estratégia de pegar um punhado, contar a quantidade de elementos do punhado e decidir se acrescenta ou retira elementos da seleção, ou adotar a estratégia de contagem ao mesmo tempo da seleção elemento a elemento. Porém, é notável a mudança de atitude quando o participante é inserido nos contextos do primeiro e segundo organizadores genéricos, sugerindo, portanto, que a frequente exposição deste aluno nestas atividades pode auxiliar numa melhora do conceito de número com relação a quantidades de conjuntos discretos e a manutenção deste conceito em sua imagem conceitual de número.

4.3 – PARTICIPANTE (A12)

(A12) é uma adolescente portadora da síndrome de Down, aluna de 12 anos da APAE-RIO. Ela é a mais jovem entre os 3 participantes. No total foram 5 encontros de 30 minutos cada, iniciados no dia 14/06/2010 e terminados no dia 31/08/2010.

Nas sessões iniciais percebeu-se que (A12) não tinha a noção de quantidades acima de 2 elementos, mas, por outro lado, sua habilidade de pronunciar a sequência numérica padrão era muito boa, a melhor dentre os 3 participantes. Por esse motivo, não foi aplicado o segundo organizador genérico na participante, já que este se propõe a auxiliar os participantes como um “apoio de memória” da sequência numérica padrão. Com a aplicação do primeiro organizador genérico, (A12) desenvolveu estratégias diferentes dos outros participantes para conseguir selecionar quantidades de objetos solicitadas pelo pesquisador, mesmo sem depender do procedimento da contagem.

4.3.1 – DESENVOLVIMENTO DAS SESSÕES

Sessão 1: Pré-testes

(A12) iniciou a primeira sessão muito timidamente, com a cabeça baixa e acompanhada da presença de uma coordenadora. O pesquisador colocou 12 cubinhos à frente da participante sem nenhuma instrução direta, e ela os agrupou em duas fileiras de seis cubinhos. Então o pesquisador pediu para que contasse os cubinhos arrumados e ela os contou corretamente. Em seguida o pesquisador colocou duas folhas A4 separadas e inseriu cubinhos em ambas as folhas de forma que a estudante respondesse onde havia mais cubinhos ou se havia uma quantidade igual em ambas as folhas. A aluna não conseguiu responder ou não entendeu os questionamentos. Ela apontava sempre para uma mesma folha independente da quantidade de cubinhos nas folhas.

A atividade seguinte pedia para que (A12) dividisse uma quantidade par de cubinhos igualmente nas duas folhas. Ela conseguiu para 2 e 4 cubinhos, mas para 6, ela dividiu em 2 em uma folha, 2 na outra e por fim colocou os últimos 2 cubinhos em uma das folhas com 2, totalizando 4 cubinhos. O pesquisador questionou se uma

das folhas havia mais cubinhos. Ela concordou, mas não soube dividir igualmente. A coordenadora perguntou qual tinha mais cubinhos e a aluna soube responder que havia 4 cubinhos em uma, 2 na outra e que na folha de 4 havia mais cubinhos. O pesquisador transferiu um cubinho de uma folha para outra de forma que ficassem 3 cubinhos em cada.

Numa outra atividade o pesquisador dispôs 2 potes iguais e grandes, um para a participante e outra para ele, e 10 cubinhos. Ele pediu que a aluna colocasse 1 cubinho por vez dentro do pote ao mesmo tempo que ele, e no final perguntou onde havia mais cubinhos. Ela respondeu que havia mais no seu próprio pote. O pesquisador diminuiu a quantidade para 4 cubinhos e repetiu a experiência. A estudante continuou afirmando que no pote mais próximo dela havia mais. Porém, quando o pesquisador mostrou o fundo dos dois potes, ela observou e mudou de opinião dizendo que estava “igual”, ou seja, pareceu que ela reconheceu quantidades até 2 e reconheceu uma igualdade na quantidade entre dois conjuntos, algo que não aconteceu com 5 cubinhos em cada pote.

O *teste fundamental* foi aplicado colocando 12 cubinhos dentro do pote grande e solicitado à participante que fornecesse 3 cubinhos para a coordenadora, que se encontrava ao seu lado. Então ela pegou todos os cubinhos, de 2 em 2, e distribuiu 6 para a coordenadora e 6 para o pesquisador, de forma que a disposição dos cubinhos ficou 2x3 em ambos os casos. Numa segunda tentativa, o pesquisador forneceu a ela um dado e pediu que (A12) o jogasse. O número obtido seria o número de cubinhos que ela teria que dar à coordenadora. A participante tirou o número 2, e ao ser questionada sobre o número do dado, ela respondeu corretamente sem contagem: “dois”. Pegou 2 cubinhos e colocou à frente do pesquisador. Depois ela ficou jogando o dado até tirar o número 6, e desta vez foi selecionando cubinhos novamente sem contagem até o quinto cubinho, e disse: “sete”. Continuou colocando mais 2 cubinhos até o sétimo. Percebeu-se que a aluna olhava para o dado e parecia tentar dispor os cubinhos no mesmo formato dos pontinhos do dado, mas no final selecionou 7 cubinhos e não 6.

Sessão 2: Continuando os testes iniciais

Esta sessão iniciou-se com o pesquisador solicitando a (A12) que mostrasse uma representação dos números de 1 a 10 nos dedos, e ela apresentou apenas para os números de 1 a 5 assim como os outros participantes.

Logo depois, o pesquisador pediu que a estudante contasse objetos fixos, no caso bolinhas azuis impressas em folhas de papel. Inicialmente, a participante contou corretamente as quantidades de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 bolinhas, respondendo com a última palavra-número mencionada diante da pergunta: “*Quantas bolinhas tem aqui mesmo?*”. O pesquisador continuou mostrando outras quantidades de bolinhas, sempre entre 3 e 10, e em um dado momento (A12) fez a seguinte contagem: “[1], [2], [3], [14], [20], [1], [2], [16]”, para uma quantidade de 8 bolinhas e respondeu, ao final da contagem, que tinha dezesseis bolinhas. Logo em seguida, contou corretamente 9 bolinhas, sem erro algum, e na folha seguinte contou: “[1], [2], [3], [14], [20], [14], [15], [16], [17].” Nas duas folhas seguintes cometeu erros parecidos sempre pulando do [3] para o [14], às vezes pulando para o [20] e outras vezes pulando para o [15], e na última folha contou corretamente 7 bolinhas.

Parece que (A12) não tem muitos problemas com a sequência numérica padrão, já que na maioria das vezes ela acerta e algumas vezes se confunde entre [4] e [14]. Todas as vezes que ela errou foi quando disse [14] ao invés de [4].

A próxima atividade proposta foi a contagem de objetos soltos, no caso cubinhos de madeira. A aluna iniciou a contagem de 8 e 10 cubinhos corretamente. Logo em seguida o pesquisador fez o *teste fundamental*, solicitando a ela que lhe fornecesse 5 cubinhos dentre 12 cubinhos disponíveis em sua frente. A estudante iniciou a contagem separando os cubinhos contados com o dedo indicador: “[1], [2], [3], [14], [15], [14], [15], [dezeum], [dezedois], [dezetrês], [dezequatro] e [5]”. O pesquisador perguntou se todos aqueles cubinhos eram 5 cubinhos, e a estudante disse: “*Não, só esse aqui é o cinco*”, apontando para o último cubinho (Fig. 78).



Figura 78: (A12) indicando o valor [5] para o último cubinho

O pesquisador pediu para que ela recontasse, e ela o fez: “[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11] e [14]”. O pesquisador tentou novamente o *teste fundamental*:

Pesquisador estendeu as duas mãos: *“Coloque 5 cubinhos aqui na minha mão”*;

(A12) foi colocando um a um: *“Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove, dez, onze, quatorze”*;

Pesquisador: *“Aqui tem cinco?”*;

(A12): *“Tem.”*;

Pesquisador mudou a quantidade: *“Agora eu quero só um cubinho”*;

(A12) colocou corretamente: *“Um.”*;

Pesquisador devolveu o cubinho: *“Isso! Agora eu quero só dois cubinhos.”*;

(A12) selecionou sem contagem corretamente e jogou nas mãos do pesquisador um por vez: *“Um, dois”*;

Pesquisador: *“Opa, beleza! Agora me dê três cubinhos”*;

(A12) selecionou apenas dois cubinhos sem contagem e colocou nas mãos do pesquisador: *“Um, dois”*;

Pesquisador: *“Não, eu quero três”*;

(A12) pegou de volta os dois cubinhos e colocou de volta um por vez: *“Um, três”*;

Pesquisador: *“Aqui tem três?”*;

(A12) pegou os dois cubinhos e misturou-os ao monte de 12 cubinhos;

(A12) levantou três dedos e disse: *“Você quer assim?”*;

Pesquisador: *“Isso!”*;

(A12) seleciona novamente apenas dois cubinhos e os coloca nas mãos do pesquisador;

Pesquisador: *“Aqui não tem dois cubinhos? Olha: um, dois”*;

(A12): *“Não! Um, três”*;

Neste momento ficou claro que a imagem conceitual de número de (A12) relaciona quantidades de até 2 elementos às suas palavras-número, e em algumas situações, como os dedos das mãos, até 3 elementos. Números acima disso relacionados às suas respectivas quantidades ainda não faziam parte da imagem conceitual dela, apesar de pronunciar muito bem a sequência padrão de palavras-número.

O pesquisador iniciou a atividade de reconhecimento das peças do Numicon com as formas numéricas {1}, {2}, {3} e {4}. A participante encaixava as formas numéricas em seus dedos e depois as colocava no tabuleiro. Conforme encaixava as peças no tabuleiro, ela começava a perceber que em alguns locais cabiam exatamente uma determinada peça e começou a solicitá-la pela cor da forma numérica. Por exemplo, se houvesse um espaço em que encaixasse exatamente a forma numérica {3}, e em volta já estivesse preenchido com outras peças, a participante conseguia identificar a forma {3} para completar o espaço vazio. Antes de fornecer a peça, o pesquisador sempre perguntava quais números as formas representavam.

Passada esta atividade, o pesquisador terminou a sessão solicitando novamente 3 cubinhos à (A12). Ela só conseguia fornecer 2 cubinhos sem contagem. O pesquisador pegou a forma {3} do Numicon, certificou-se que ela reconhecia a peça e colocou 3 cubinhos em cima de cada furo dela, e disse que ali haviam 3 cubinhos. Mesmo assim (A12) continuou não associando o número 3 com a quantidade de 3 cubinhos, fornecendo apenas dois cubinhos.

Sessão 3: Início da Atividade Fundamental – 1º Organizador genérico

Nesta sessão, o pesquisador iniciou novamente com a atividade de reconhecimento das peças do Numicon com as formas de {1} a {5}. A participante reconhecia cada peça por contagem, excetuando-se a forma {1}. Ou seja, para todas as outras peças ela contava os furos apontando com o dedo e depois dizia qual era o número que a representava.

Logo em seguida, deu início à atividade fundamental I, ou o primeiro organizador genérico. Primeiramente o pesquisador certificou-se que ela reconhecia os numerais de 1 a 10 utilizando a faixa numerada. Após o pesquisador explicar a atividade, a participante a entendeu rapidamente e a estratégia adotada por ela foi uma surpresa e algo não previsto pelo pesquisador. Para iniciar a atividade, ele mostrou a forma {2} do Numicon, ela reconheceu a forma numérica por contagem dos furos, mas a seleção dos pinos foi associando a quantidade de furos com cores de pinos. Por exemplo, para o número 2 ela olhou para a forma numérica do Numicon e disse: “*Amarela, vermelha*” (Fig. 79). Ela conferiu os pinos selecionados colocando-os na forma {2} do Numicon, e o pesquisador comemorou com ela.



Figura 79: (A12) associando o número 2 às cores amarela e vermelha.

Para os números 3 e 4, a estudante continuou associando a quantidade às cores:

Pesquisador: “*Qual número é esse?*”;

(A12): “*Um, dois, três.*”;

Pesquisador: “*Isso. Vamos fazer a mesma brincadeira.*”;

(A12) pegou o pino azul sem olhar para a forma {3} e depois pegou outros 3 pinos de cores diferentes: “*Azul, Amarela, verde e vermelha.*”;

Pesquisador: “*Confere.*”;

(A12) encaixou os pinos ao mesmo tempo em que falava: “Amarela, verde... Azul não {retirou o pino azul do círculo}, vermelha.”;

Pesquisador: “Ah (A12), quase você conseguiu. Precisa ser na primeira tentativa, tá bom?”;

(A12) novamente pegou 4 pinos de cores diferentes: “Azul, vermelha, amarela e verde”;

Pesquisador: “Está pronto? Então confere”;

(A12) olhou para os pinos e para a forma numérica {3}: “Posso pensar?”;

Pesquisador: “Pode”;

(A12) retirou o pino amarelo: “Amarela não, tá?”;

Pesquisador: “Tá bom. Está pronto agora?”;

(A12) olhava para a forma numérica {3} e para os pinos. Apontou para cada pino enquanto dizia: “Peraí. Um vermelho, um azul, um verde”;

Pesquisador: “Está pronto? Então confere”;

(A12) conferiu;

Pesquisador: “Muito bem (A12)!”;

Pesquisador mostrou a forma {4}: “Agora este aqui.”;

(A12) apontou para cada furo da forma {4} contando: “Um, dois, três, quatro”;

Pesquisador: “Então coloca no tabuleiro. Vamos lá (“12”).”;

(A12) pegou um punhado de pinos e escolheu um: “Vermelha”;

Colocou esse pino dentro do círculo e, nesse momento, houve uma ligeira mudança de estratégia. Ela pegou o pino novamente e o colocou perto de um dos furos (Fig. 80) dizendo “vermelha”, e depois dentro do círculo dizendo “vermelha”.



Figura 80: (A12) associando um pino a um furo

A aluna fez o mesmo para os outros três pinos, colocando-os bem próximos aos outros furos dizendo: “*amarela, verde e azul*”, e em seguida, dentro do círculo (Fig. 81).

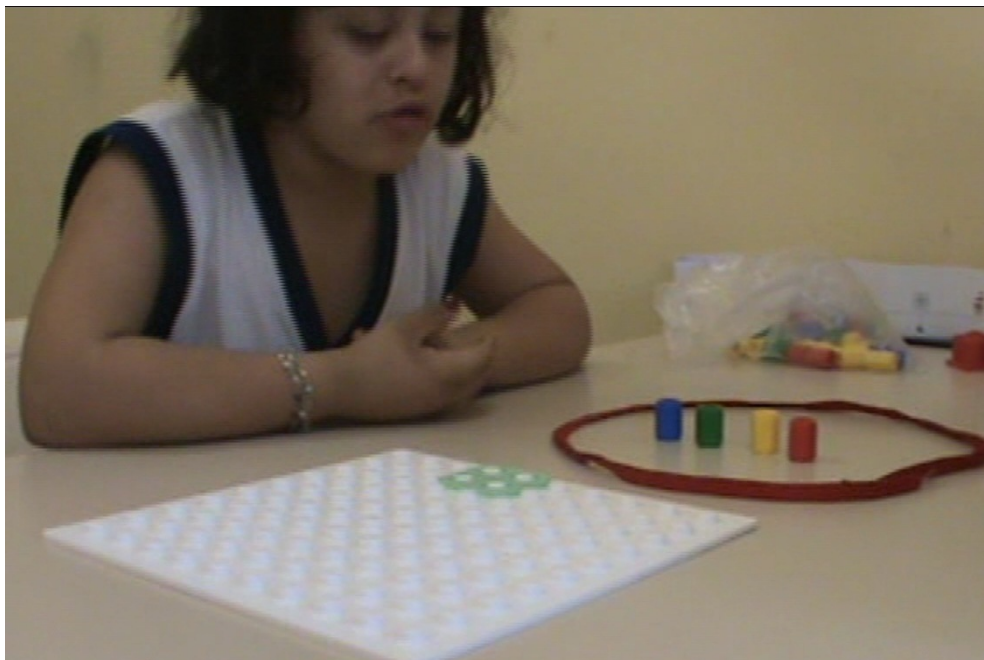


Figura 81: (A12) ao colocar pinos de 4 cores diferentes no círculo

No momento de conferir ela não dizia os números e sim as cores: “*amarela, vermelha, verde e o azul*”. Mesmo assim, a aluna realizou a tarefa solicitada e o pesquisador comemorou com ela.

Pareceu que quando o número aumentou de 3 para 4, a participante teve que utilizar uma estratégia um pouco diferente. Com o número 3 ela apenas observou a forma {3}, observou os pinos, e constatou que estava “pronto”, talvez utilizando se de sua habilidade de *subitizing*. Já com o número 4, ela não utilizou o *subitizing*, pois precisou realizar uma associação um-a-um de forma mais explícita, colocando os pinos bem próximos aos furos e depois colocando-os dentro do círculo.

A atividade feita para o número 5 foi outra surpresa. De um momento para outro ela passou da associação com as cores para a associação com os números. Muito provavelmente pela falta de 5 cores diferentes:

Pesquisador apresentou a forma {5} do Numicon: “*Qual número é esse?*”;

(A12) apontando para cada furo: “*Um, dois, três, quatro, cinco.*”;

Pesquisador: “*Vamos lá.*”;

(A12) ia pegando os pinos do saco, colocando-os no círculo e olhando para a forma {5}: “*Azul, verde, amarelo...*”;

Ela parou, olhou para a forma com cara de dúvida e perguntou ao pesquisador: “São quatro?”;

Pesquisador: “*Tem que preencher todos esses furos.*”;

(A12) contou novamente os furos erradamente, pulando um furo: “*Um, dois, três, quatro.*”;

(A12) olhou para os três pinos do círculo e disse: “*Ah não. Vermelha.*”. E pegou mais um pino vermelho colocando-o dentro do círculo.

Pesquisador: “*Está pronto?*”;

(A12) olhou para a forma {5}: “*Ih; cinco.*”;

(A12) espontaneamente contou os furos da forma {5} novamente: “*Um, dois, três, quatro, cinco.*”. Pegou mais um pino vermelho e colocou-o no círculo.

Pesquisador: “*Está pronto agora? Então vamos conferir*”;

(A12) conferiu sem dizer nada.

Pesquisador: “*Muito bem (A12)!*”;

Esta foi a primeira vez que ela recontou os furos depois de iniciada a seleção. Justamente em um momento de dúvida com relação à quantidade solicitada. E então a estudante contou os 5 furos e decidiu por colocar mais um pino. Percebe-se que a estudante tinha a noção de que precisava inserir mais um pino para completar cinco pinos. Ela havia contado 4 pinos e, como não havia uma quinta cor diferente, escolheu mais um único pino para completar.

Para o número 6, a participante contou os 6 furos da forma numérica e selecionou os pinos de dois em dois de cada cor, ou seja, 2 pinos azuis, 2 amarelos e 2 vermelhos, sem dizer nada. Voltou a contar os furos, corretamente, com a forma numérica {6} já encaixada no tabuleiro. Olhou novamente para o saco com os pinos, selecionou mais 1 pino verde e disse: “*sete*”; colocando-o no círculo (Fig. 82).



Figura 82: (A12) selecionando 2 pinos azuis, amarelos e vermelhos e 1 pino verde

No momento da conferência, também não disse uma palavra. Colocou os pinos azuis, depois 1 pino verde, e em seguida pegou outro pino verde no saco. Percebeu que havia 2 pinos a mais e retirou os amarelos do círculo, encaixando por último os pinos vermelhos. O pesquisador lamentou dizendo que ela precisava acertar “de primeira”, mesmo assim disse que ela tinha ido muito bem. A aluna tentou mais uma vez selecionar 6 pinos, mas claramente já estava cansada e selecionou apenas 4, sem contagem, apenas apanhando um punhado. O pesquisador tentou mudar para o número 7, pois ela disse que gostava da cor rosa, mas percebeu que a participante não estava rendendo como no início, e novamente a aluna pegara um punhado de pinos sem contagem ou qualquer outra estratégia.

Sessão 4: Continuando o primeiro organizador genérico

No início desta sessão o pesquisador apresentou a faixa numerada e solicitou que (A12) identificasse os números apontados por ele. Em seguida, fez o contrário, pediu que ela apontasse os números ditos por ele. Ela fez as duas atividades sem dificuldades, constatando, assim, a habilidade da participante em reconhecer e identificar os numerais. Aliás, desde o início, (A12) não apresentou problemas com a sequência numérica padrão, apesar de ser a mais nova dentre os participantes.

Após esse início, foi retomada a *atividade fundamental*, ou primeiro organizador genérico. Mas desta vez, o pesquisador selecionou apenas pinos de uma mesma cor com o intuito de verificar se surgiria uma nova estratégia de seleção.

O primeiro número da atividade foi o 5. A participante contou os furos da forma numérica corretamente e iniciou sua seleção de pinos sem contagem, pegando um por um, e por fim ficou com 6 pinos. Ao conferir, constatou que havia um pino a mais. Na segunda tentativa, ela iniciou como na vez anterior, ou seja, pegou um pino de cada vez, sem contagem e ao colocar o quarto pino no círculo, olhou para a forma numérica {5} (Fig. 83) e recontou os furos: “[1], [2], [3], [4], [5]”. E colocou mais um pino no círculo, sem contagem. É possível que ela tenha feito um reconhecimento dos 4 pinos por *subitizing*, pela maneira que eles estavam dispostos, ou seja, em formato quadrangular, e concluiu que precisava de mais um pino. Mas não há como ter certeza desse fato.



Figura 83: (A12) observando a forma numérica {5} antes de selecionar mais um pino.

Para o próximo número, que foi o 7, aconteceram dois fatos interessantes: uma contagem espontânea dos pinos e uma estratégia diferente de seleção. Antes, ela contou os 7 furos da forma numérica corretamente. O pesquisador colocou a peça no tabuleiro e a participante a observou de um modo diferente (Fig. 84). Talvez

ela estivesse de certa forma, estimando o quanto de pinos teria que pegar. O fato é que depois disso, ela iniciou uma contagem ao mesmo tempo em que colocava os pinos dentro do círculo, algo que não havia feito anteriormente: *“um, dois.”*

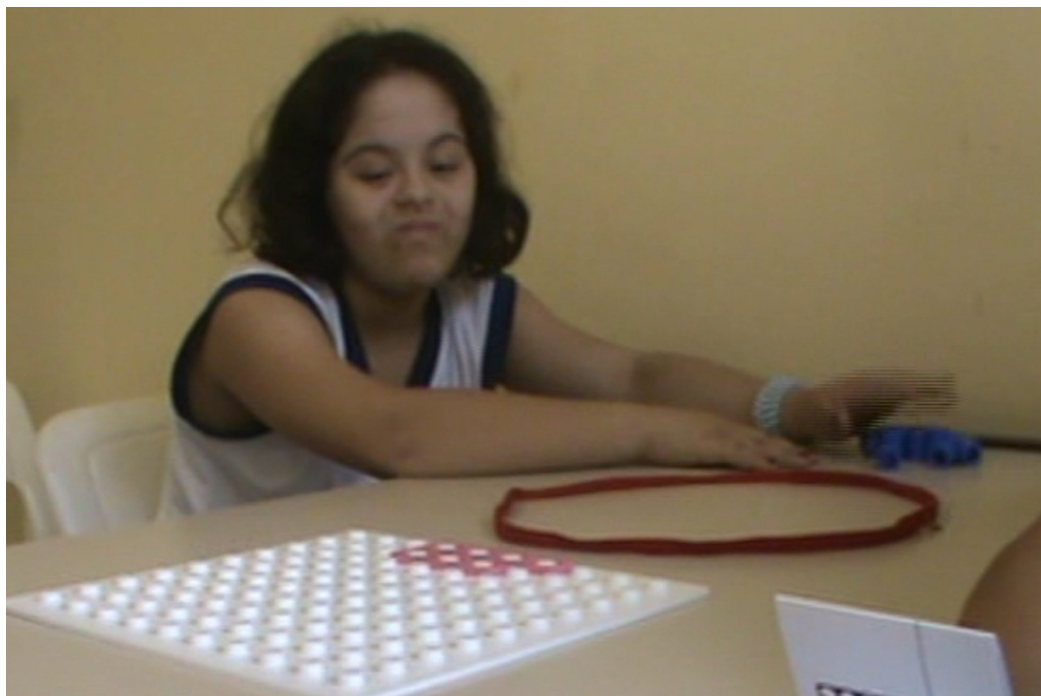


Figura 84: (A12) observando a forma numérica {7} antes da seleção de pinos

O outro fato interessante aconteceu quando ela colocou o segundo pino e estava se preparando para colocar o terceiro. Ela olhou novamente para a forma numérica {7} e disse: *“Pera!”*. E iniciou uma correspondência um-a-um entre os furos da forma numérica do Numicon e os pinos selecionados, colocando um dedo no pino e outro no furo (Fig. 85), e dizendo: *“uma, duas,...”*. E continuou colocando um dedo nos furos e inserindo pinos: *“três, quatro, cinco, seis, sete”*.



Figura 85: (A12) correspondendo o primeiro pino ao primeiro furo

Mas outro fato curioso foi que a associação um-a-um entre furos e pinos não foi totalmente correta, e apesar disso a seleção de 7 pinos foi exata. O que aconteceu foi que ao associar os furos, ela pulou um dos furos, mas manteve a contagem correta até 7, e dessa maneira conseguiu selecionar exatamente os pinos solicitados. Ou seja, o Numicon serviu como um apoio para que a participante se sentisse mais segura no momento da seleção, mas essencialmente, a responsável para o sucesso na atividade foi justamente a contagem. Após a conferência, o pesquisador comemorou com a estudante.

Para o número 10, a aluna contou corretamente os 10 furos da forma numérica e iniciou a seleção de pinos juntamente com a contagem. Diferente dos outros participantes, ela observava a forma numérica {10} entre um pino colocado no círculo e um pino a ser selecionado. Além disso, ela novamente associou os furos aos pinos e à sequência padrão de palavras-número. Por exemplo, ao dizer “um”, ela pegava um pino e colocava-o em cima do primeiro furo sem encaixá-lo e por fim colocava-o dentro do círculo, e assim por diante, como mostra a figura 86, para o oitavo pino. E para os últimos dois números, nove e dez, ela não fez a associação com os furos, colocando os pinos diretamente no círculo e dizendo: “nove e dez”. Isso é razoável, já que ela já demonstrara a habilidade de *subitizing* para quantidades até 2 elementos.

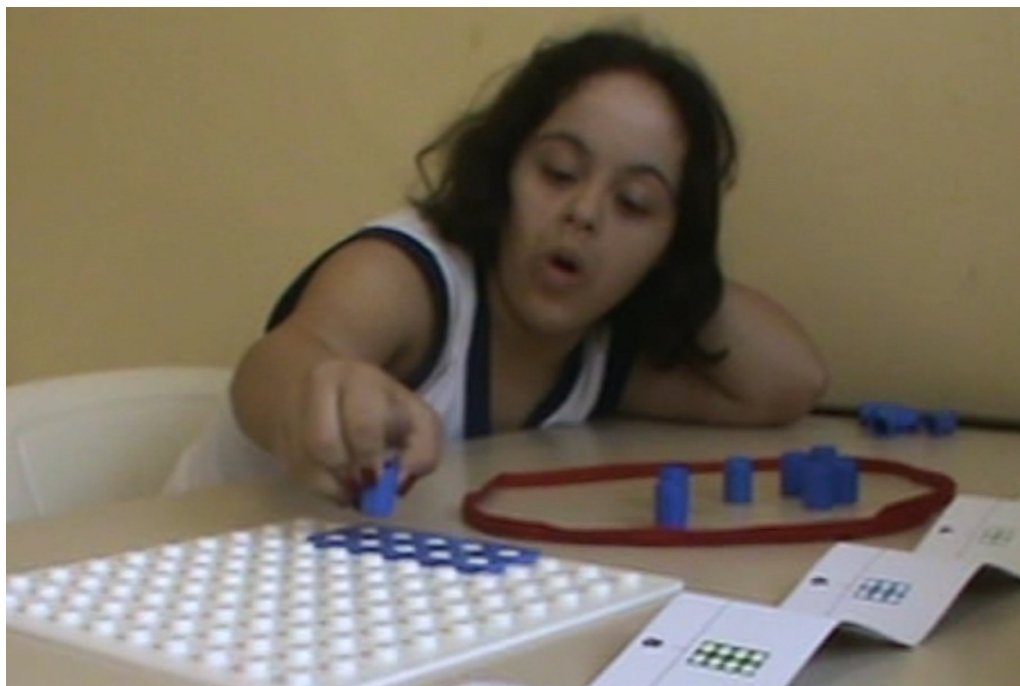


Figura 86: (A12) associando a palavra-número [8] ao oitavo furo e pino.

O pesquisador comemorou com ela e, em seguida, tentou, sem o material de apoio, realizar o teste fundamental para 10 pinos. Apesar de a participante conseguir realizar a atividade fundamental perfeitamente depois de apenas duas sessões, ao retirar o barbante, o tabuleiro e a forma numérica do Numicon, (A12) não conseguiu selecionar 10 pinos. Ela selecionou sem contagem 6 pinos e os dispôs em uma linha reta. Nesse momento a aluna já mostrava sinais de cansaço e a sessão foi encerrada.

Sessão 5: Finalizando com o primeiro organizador genérico

Nesta sessão o pesquisador continuou com a atividade fundamental. Iniciando pelo número 4, a participante primeiramente reconheceu a forma numérica {4} do Numicon por contagem, e depois utilizou novamente a estratégia de seleção dos pinos associando cada pino a um furo e à sequência padrão de palavras-número. Mas desta vez ela colocava um dedo da mão direita em cada furo e com a mão esquerda posicionava os pinos exatamente no formato da peça do Numicon (Fig. 87). E desta vez, no ato da conferência, ela contou os pinos conforme os encaixava nos furos da peça do Numicon. Antes disso ela apenas encaixava os pinos sem pronunciar nenhuma palavra.



Figura 87: (A12) utilizando sua estratégia de seleção de pinos

Nesse momento o pesquisador propôs à participante que colocasse novamente 4 pinos dentro do círculo, mas sem a forma numérica {4} do Numicon à vista. (A12) pegou um pino e colocou no círculo. O pesquisador a lembrou que ele queria 4 pinos. Então, ela pegou mais dois pinos sem contagem. O pesquisador a questionou quantos pinos havia dentro do círculo, e ela contou corretamente 3 pinos. E o pesquisador disse que queria 4 pinos. A participante pegou, então, mais um pino, colocou-o dentro do círculo e disse “*quatro*”. O pesquisador parabenizou a estudante e pediu que ela representasse o número 4 nos dedos, e então, mostrou que aqueles 4 pinos se encaixavam nos 4 dedos de sua mão.

Para o número 5, a aluna novamente fez a correspondência de três “objetos”: as palavras-número na sequência correta, os furos da peça e os pinos. Estes foram dispostos nas posições exatas dos furos (Fig. 88), como se ela estivesse copiando o “layout” da forma {5} do Numicon. O modo que ela associou pinos e furos foi colocando os pinos próximos aos furos e depois dentro do círculo.

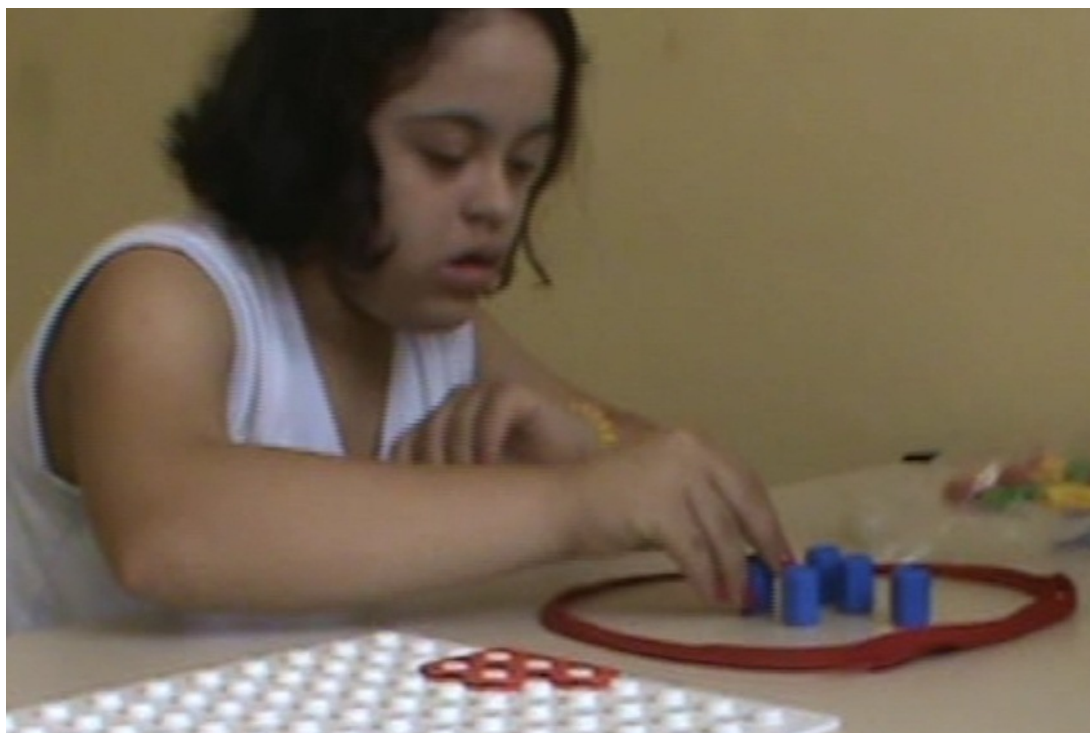


Figura 88: (A12) selecionando os pinos exatamente nas posições dos furos da peça

Logo após esse feito, o pesquisador pegou todos os pinos em suas mãos e perguntou quantos pinos havia, e a participante os contou corretamente, ao invés de dizer somente “cinco”. O pesquisador fechou as mãos com os pinos dentro e perguntou novamente quantos pinos havia, e ela não disse nada. O pesquisador colocou todos os pinos de suas mãos dentro do círculo e insistiu na pergunta, mas ela não disse nada novamente. Então o pesquisador pediu para que a estudante conferisse se os pinos dentro do círculo encaixavam todos na forma numérica do Numicon, e ela o fez contando os pinos ao encaixá-los. Depois, o pesquisador retirou a forma numérica {5} e o tabuleiro, e pediu a (A12) que colocasse 5 pinos dentro do círculo. Ela colocou 2 pinos sem contagem. O pesquisador perguntou: “*Quantos têm?*”, e ela disse que havia 2 pinos, então ele a lembrou que queria 5 pinos. Ela começou a contar os selecionados: “*uma, duas*”, e selecionar outros pinos a partir do 3 até o 5 colocando-os dentro do círculo: “*três, quatro, cinco*”. O pesquisador comemorou com ela.

Para o número 6, a participante pegou um punhado de pinos e utilizou também o artifício de corresponder cada pino a cada furo ao mesmo tempo em que contava. E desta vez, ela não dispôs os pinos no formato da peça {6} do Numicon. Mas ao ser solicitada que colocasse 6 pinos dentro do círculo sem o auxílio da peça

do Numicon, a aluna selecionou 7 pinos e não abriu mão de modificar essa quantidade, mesmo o pesquisador insistindo que ele queria apenas 6 pinos. Ele ainda pediu que ela colocasse nas mãos dele 6 pinos, e ela pegou todos os 7 pinos e colocou-os nas mãos do pesquisador.

Para o número 7, a estudante iniciou de uma forma diferente. Ela foi dispondo as peças duas a duas, ao mesmo tempo em que observava a forma numérica {7}, porém, com isso ela selecionou 8 pinos sem contagem. Ao conferir, percebeu que havia um pino a mais. O pesquisador lamentou e pediu que ela fizesse novamente. Na segunda tentativa, ela iniciou a seleção novamente colocando de dois em dois pinos ao mesmo tempo em que observava a peça {7} (Fig. 89).



Figura 89: (A12) observando a forma numérica {7} e selecionando os pinos de 2 em 2

Quando a aluna terminou de selecionar 6 pinos, sem contagem, mas dispostos 2 a 2, ela deu início a uma contagem dos pinos que estavam no círculo: “*um, dois, três, quatro, cinco, seis* {olhou para a forma do Numicon e pegou mais um pino}, *sete*”. Só depois conferiu sua seleção encaixando os pinos na forma numérica do Numicon. Interessante notar que a estudante se utilizou da observação entre pinos e forma numérica do Numicon para fazer sua seleção, e ela o fez de 2 em 2 pinos. É possível conjecturar que ela utilizou a habilidade de *subitizing* parcialmente, ou seja, de 2 em 2 e não a forma numérica toda. Há pelo menos duas estratégias

nesta seleção: ela usou a observação, ou um *subitizing* parcial, para seleção de 6 pinos, contou os 6 pinos selecionados e, por fim, decidiu inserir mais um pino no círculo para formar 7 pinos.

O pesquisador avançou para o número 9. Primeiramente a participante contou os 9 furos da forma numérica e iniciou a seleção dos pinos. Nesse momento, ela já estava mais descontraída e confiante comparando-se com o início da sessão. Suas ações foram, em detalhes, as seguintes:

Colocou um pino, com a mão direita, no círculo e disse: “*Um*”; colocou o dedo da mesma mão no primeiro furo: “*Um*”;

Continuando com a mesma mão, colocou o segundo pino: “*Duas*”; colocou o dedo no primeiro e segundo furo: “*Uma, duas*”;

Ainda com a mão direita, ela inverteu a contagem colocando um dedo no terceiro furo, depois nos três furos já contados: “*Três... peraí, uma, duas, três*”. Colocou mais um pino no círculo: “*Três*”;

Continuou com a mesma mão, com o dedo no quarto furo: “*Quatro*”; inseriu mais um pino: “*Quatro*”;

Interessante notar que ela focava o olhar na peça do Numicon e no círculo com os pinos alternadamente, mas mesmo assim sabia exatamente os furos que já haviam sido contados e identificava o próximo furo.

Identificou o quinto furo: “*Cinco*”; Adicionou mais um pino: “*Cinco*”;

Apontou para o sexto furo: “*Esse aqui*”; Colocou mais um pino: “*Seis*”;

Apontou para o sétimo pino e não disse nada. Olhou para o pesquisador, como se estivesse em dúvida e reiniciou a contagem dos furos, do primeiro até o sétimo: “*Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete*”; Ainda durante essa contagem, no número 6, ela colocou um dedo no sexto furo e outro dedo no sexto pino (Fig. 90), e, agora sim, utilizando as duas mãos, inseriu o sétimo pino com um dedo no sétimo furo. Fez o mesmo para o 8. No número 9, ela apenas olhou para o último furo e, em seguida, colocou o nono pino no círculo. No final o pesquisador elogiou bastante o desempenho da participante.



Figura 90: (A12) associando o sexto furo com o sexto pino dispondo-os no formato da peça

Então, o pesquisador pediu à participante que colocasse 9 pinos no círculo sem a ajuda do Numicon. Ela selecionou 8 pinos contando da seguinte maneira: *“Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, nove”* e disse que tinha 9. O pesquisador mostrou a ela a faixa numerada ressaltando que depois do 7 vem o 8. A participante contou novamente os 8 pinos e depois colocou mais um pino no círculo para formar os 9.

Em todas as ocasiões que (A12) conseguiu selecionar “n” pinos com o auxílio das formas numéricas do Numicon, o pesquisador solicitou que ela fornecesse a mesma quantidade de pinos sem a ajuda do Numicon. Mas ela não conseguiu esse feito na maioria das vezes. Apenas no final, ela conseguiu recontando e inserindo a quantidade que estava faltando. Não foi perfeito, mas houve uma mudança com relação às primeiras sessões.

4.3.2 – DISCUSSÃO DE (A12)

A participante (A12) inicia o primeiro encontro com uma postura bem acanhada, ficando boa parte do tempo de cabeça baixa, ao lado da coordenadora e mal dava para se ouvir o que dizia. Mesmo assim pôde-se observar que ela não

tinha problemas em proferir a sequência numérica padrão. Por outro lado, ela teve dificuldades com o princípio da conservação, pois não conseguiu responder em qual das folhas havia mais cubinhos, se nos potes havia um número igual ou diferente de cubinhos, e quando o pesquisador fechou as mãos com 5 pinos já contados por ela, ela não respondeu nada. Comparativamente aos outros participantes, ela teve mais dificuldades com esse princípio. É possível até conjecturar que o não entendimento do princípio da conservação influencia na dificuldade de seleção de quantidades de objetos, mas esse não é o objetivo deste trabalho.

Desde as primeiras sessões, o procedimento de contagem de (A12) na maioria das vezes, tanto para objetos fixos como para objetos soltos, era muito satisfatória. Ou seja, ela respeitava os princípios de contagem, realizando corretamente a correspondência um-a-um entre objetos e palavras-número, a ordem estável da sequência numérica padrão e o princípio da cardinalidade, proferindo a última palavra-número ao final da contagem. Apesar disso, ao realizar o *teste fundamental*, ela mostrou que não tinha noção de quantidades acima de 2. Quando o pesquisador lhe pediu 3 cubinhos, ela só conseguiu selecionar 2 cubinhos sem contagem, e ainda disse: “*Tem três. Um, três*”.

A estratégia desenvolvida pela participante para selecionar quantidades específicas de pinos, no decorrer do primeiro organizador genérico, parece que não foi totalmente descoberta durante as sessões, mas foi aperfeiçoada. Já na primeira sessão havia indícios de que (A12) já tivera experiências anteriores com a estratégia adotada, pois ao selecionar quantidades de cubinhos, baseado no número que saíra no dado, ela observava o dado e dispunha os cubinhos em um formato parecido (da face seis), mesmo que o número de cubinhos selecionados estivesse errado.

Na primeira sessão em que foi aplicado o primeiro organizador genérico, a participante inicia uma estratégia não prevista pelo pesquisador. Ela associa a quantidade solicitada à pinos de cores distintas. Por exemplo, para quantidade 2 a associação foi um pino amarelo e outro vermelho (Fig. 79), provavelmente por *subitizing*. Quando a quantidade aumentou para 4, ela já utilizou a associação um-a-um com pinos e furos, e continuou dizendo as cores dos pinos. E quando a quantidade solicitada foi 5, ela ficou na dúvida sobre a quantidade e iniciou a contagem dos furos para saber a quantos pinos selecionar. Porém, não utilizou a contagem no momento da seleção, e sim a nomeação por cores.

Porém, para os números 7, 8, 9 e 10, a participante sentiu uma necessidade espontânea de iniciar uma contagem no momento da seleção, além da associação furo-pino. Ou seja, a solicitação de uma quantidade maior levou a participante a adotar uma estratégia diferente da que vinha utilizando. Além dessas estratégias citadas, a participante, às vezes, dispunha os pinos exatamente nas posições semelhantes aos furos das peças do Numicon. É como se ela primeiramente tentasse selecionar os pinos por estimativa através de um *subitizing* parcial, apenas observando a disposição de 2 em 2 dos furos e tentando reproduzi-la com os pinos. Porém, quando a verificação começou a mostrar que suas seleções estavam incorretas (*contraexemplos*), percebeu que precisaria adotar outras estratégias para ser mais “exata”.

Resumindo a sequência de procedimentos adotada por (A12):

- a) Ela iniciou o teste fundamental fornecendo 2 cubinhos sem contagem, tanto quando o pesquisador pediu 2 cubinhos quanto quando pediu 3;
- b) Quando saiu o número 6 no dado, ela utilizou o *subitizing* tentando colocar os cubinhos no formato do 6 do dado, sem sucesso;
- c) Para pequenas quantidades, até 4, a participante associou-as com cores de pinos usando a correspondência 1-1, com sucesso;
- d) Com a forma numérica {5} do Numicon, ela utilizou-se de mera observação, ou talvez um *subitizing* parcial (de 2 em 2), tentando imitar a disposição dos furos, com sucesso;
- e) Para as formas numéricas de {7} a {10}, gradativamente e espontaneamente, ela começou a utilizar-se da contagem concomitantemente à correspondência furo-pino, com sucesso, ou seja, ela correspondeu 3 elementos: furo/pino/palavra-número;
- f) Em uma ocasião particular para o número 7, ela utilizou-se da observação dos pinos e furos e, talvez, a habilidade de um *subitizing* de 2 em 2, para tentar imitar a forma {7}. Selecionou primeiramente 6, depois contou os pinos até 6, e por fim inseriu mais 1 pino, para formar 7, com sucesso;
- g) Apenas duas vezes ela quase conseguiu selecionar uma quantidade solicitada sem o auxílio do Numicon. No caso da quantidade 5, ela selecionou 2 pinos sem contagem e depois completou usando a contagem de 3 a 5. E em outra ocasião para quantidade 9, ela contou: “Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, nove”, e terminou com 8 pinos. Ao ser questionada pelo

pesquisador, ela recontou os pinos selecionados e completou com o nono pino;

Interessante lembrar que, em uma ocasião, a participante teve sucesso na seleção de uma quantidade solicitada utilizando-se da contagem correta, juntamente com a correspondência pino-furo, e fez erradamente esta última. Ou seja, a contagem foi a verdadeira responsável pelo sucesso da participante.

Parece que a participante tinha alguma noção de quantidade, não perfeita, pois ao observar uma quantia de até 5 furos ou pontos do dado, ela conseguia chegar numa seleção exata de objetos, e bem próxima para quantidades acima disso.

Ao final das sessões, o que se pôde perceber é que a participante conseguira uma estratégia para a obtenção de x objetos baseada no procedimento de associação 1-1, e aos poucos foi se utilizando da contagem concomitantemente. Porém, ela não foi capaz de selecionar pinos sem se utilizar das formas do Numicon. Um possível motivo é a falta de segurança da participante. Por outro lado, ela passou a utilizar o procedimento da contagem juntamente com a correspondência furo-pino, ou seja, a correspondência entre furo/pino/palavra-número. Este momento poderia, talvez, ser uma situação de transição entre a habilidade de corresponder objetos 1-1 e a habilidade de contar objetos.

A utilização desses três procedimentos: seleção de 2 em 2 elementos por *subitizing*, associação furo-pino e contagem associada à correspondência furo-pino; nas estratégias de (A12), pode ter sido um reflexo do desenvolvimento da contagem realizado pelo Homem ao longo da história. A parte “2.2 – O que é contar?” – deste trabalho, descreve justamente isso. Ou seja, no início a humanidade quantificava os elementos de um determinado conjunto através da correspondência termo-a-termo, com contas, talhos em ossos, pedras. Em alguns povos, as únicas quantidades eram o 1 e o 2, e o restante dos números era uma combinação destes ou eram designados por “muitos”. Em seguida, passou a corresponder partes do corpo a palavras-número, juntamente com a sequência das partes do corpo, pré-estabelecida por cada povo, para designar quantidades. E finalmente, o Homem criou o procedimento mais abstrato que é o da contagem, o qual associa palavras-número a qualquer conjunto discreto e a última destas palavras representa a quantidade de elementos do conjunto.

Não foi realizada a aplicação do segundo organizador genérico em (A12) por duas razões. Primeira porque ela não tinha problemas com a sequência numérica padrão. Apesar de nas primeiras sessões ela pular da palavra-número [3] para [14], isso não aconteceu novamente, e a participante sempre apresentou uma boa habilidade no ato de pronunciar a sequência padrão de palavras-número. Além disso, o procedimento de contagem da aluna, para objetos fixos e soltos, foi praticamente perfeito. E a segunda razão é que ela conseguiu realizar a atividade fundamental (primeiro organizador genérico) com sucesso ao selecionar uma determinada quantidade solicitada de pinos, mesmo precisando de uma referência concreta para consegui-lo.

Apesar de (A12) não conseguir selecionar quantidades de pinos sem o apoio do Numicon, é possível que com mais experiências relacionadas ao conceito de número e o amadurecimento intelectual, a participante consiga adquirir essa habilidade, já que mostrou uma tendência na utilização da estratégia de contagem para a seleção de quantidades acima de 4.

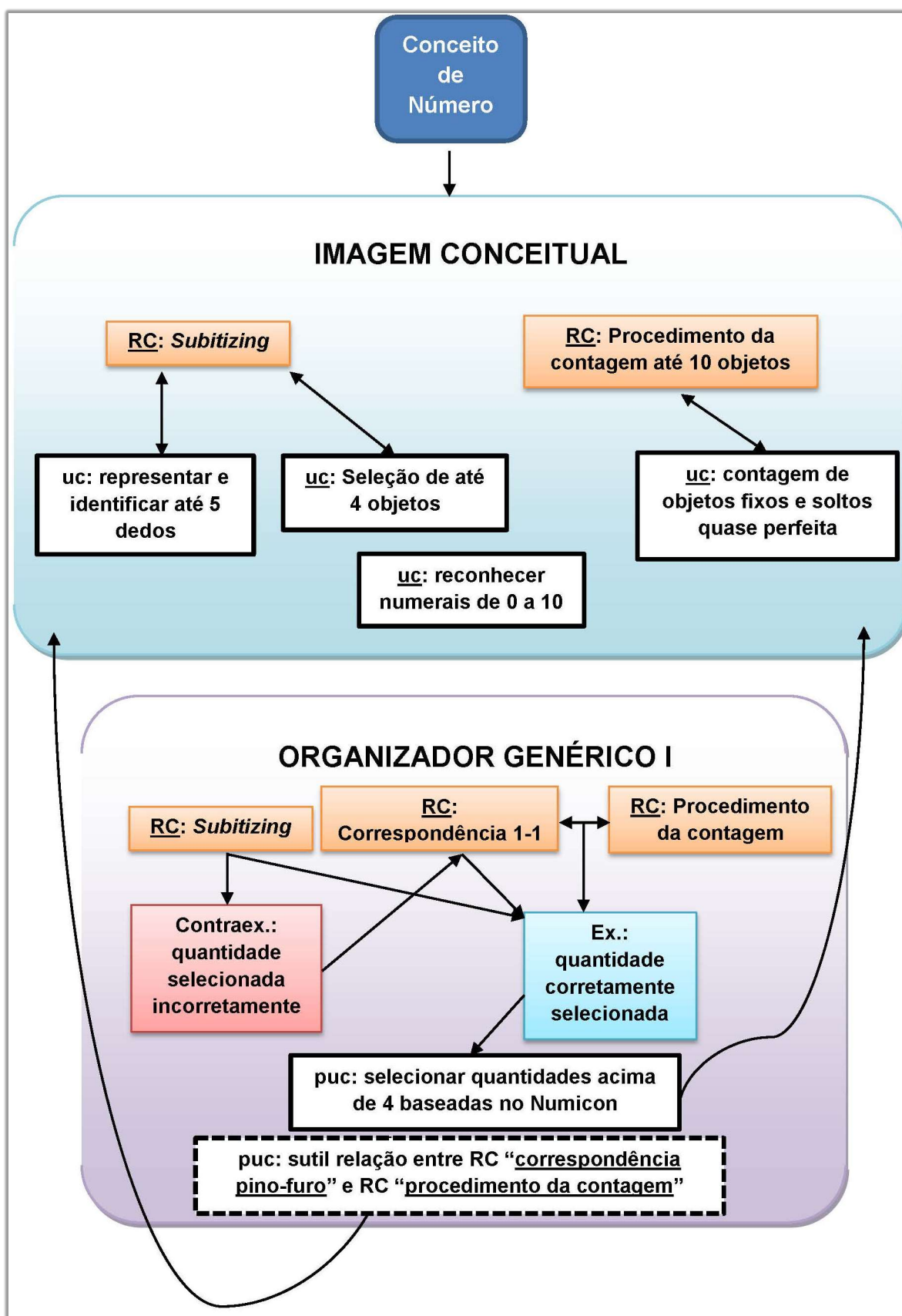
4.3.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS DE (A12)

Desde o início pôde-se perceber que a *raiz cognitiva* “procedimento da contagem até 10” para objetos fixos e soltos, em (A12), era quase perfeita. Ela contava tais objetos muito bem e com a mesma desenvoltura. Além disso, a *raiz cognitiva* “habilidade de *subitizing*” também estava presente nas atividades feitas pela participante, mesmo que de 2 em 2, desde a primeira seleção a partir do número 6 que saía no dado, até as seleções como o número 4, baseadas no “layout” da forma numérica do Numicon. Consequia representar e identificar quantidades de dedos levantados até 5, e selecionava até 4 objetos sem contagem. Em sua imagem conceitual também estava presente a habilidade de reconhecer e identificar os numerais de 1 a 10.

Como esta participante não tinha problemas com a sequência padrão de palavras-número, não foi trabalhado o segundo organizador genérico, portanto o que está em análise é justamente o desenvolvimento dos procedimentos de seleção de quantidades de objetos, no ambiente do primeiro organizador genérico.

O esquema 5, a seguir, apresenta algumas *unidades cognitivas* da participante antes da aplicação do primeiro organizador genérico ou *atividade fundamental*, como a habilidade de *subitizing* para 2 objetos, a representação e identificação de até 5 dedos, o procedimento da contagem de objetos fixos e soltos e o reconhecimento dos numerais de 1 a 10. A primeira *raiz cognitiva* utilizada por (A12), para selecionar uma determinada quantidade de objetos, foi o *subitizing*. Ela tentava dispor os pinos no mesmo formato dos furos das formas numéricas do Numicon, que é exatamente de 2 em 2. Algumas vezes este procedimento tinha sucesso e ela obteve *exemplos* de seleções de quantidades corretas. Porém, para quantidades maiores, ela também obteve *contraexemplos* de seleções incorretas. E isso fez com que a participante adotasse outra estratégia, a *raiz cognitiva* “procedimento da correspondência furo-pino”, e, com ela, obteve sucesso em praticamente todas as seleções daí para frente, formando a *possível unidade cognitiva* (puc) de conseguir selecionar quantidades acima de 4 com o auxílio do Numicon. Apesar do procedimento de correspondência 1-1 fazer parte do procedimento da contagem, a estudante o utilizou primeiramente de modo separado da contagem. E com o aumento das quantidades solicitadas, ela espontaneamente e gradativamente foi usando a contagem junto com a correspondência pino-furo nas seleções de pinos. Algumas vezes ela quase conseguiu realizar o *teste fundamental* sem o Numicon para auxiliá-la. O que isso pode sugerir é que a participante encontra-se em um estágio intermediário entre a correspondência 1-1 (furo-pino) e a habilidade de selecionar quantidades de objetos através da contagem exclusivamente. Por esse motivo, uma *possível unidade cognitiva* (puc) que foi formada em sua imagem conceitual de número, pode ter sido uma sutil relação entre as habilidades de corresponder 1-1 e de contagem. É claro que a primeira está inclusa na segunda, porém, nesse caso, a contagem associada ao ato de corresponder 3 “objetos”: pino, furo e palavras-número; talvez tenha mostrado à participante que um caminho para a seleção de objetos independente da correspondência pino-furo e passe a ser suficiente a contagem dos pinos somente.

Esquema 5: Imagem conceitual de número de (A12) e Organizador genérico I



Assim como foi na história do desenvolvimento do conceito de número para o Homem, da correspondência 1-1 ao procedimento da contagem, a participante (A12) também passou por esses procedimentos, mas não chegou a amadurecê-los por completo. E é esperado que com mais atividades, como a proposta neste trabalho, e mais experiências que envolvam o conceito de número, a participante possa ampliar sua imagem conceitual de número.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

Este trabalho analisou as práticas de três participantes portadores da síndrome de Down, 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, a capacidade de determinar a quantidade de objetos de um conjunto qualquer. Foram analisados os momentos anteriores a um conjunto de atividades propostas e, principalmente, ao longo da aplicação dessas atividades com materiais multissensoriais. 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*. 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.

Neste trabalho, essa interação entre conceitos e procedimentos foi fundamental para a desconstrução de alguns conceitos e procedimentos, e consequentemente 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 do 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, seu conceito de número 5, e consequentemente 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: (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 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. 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 desta tese 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 *sutibizing*. 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.

5.1 – 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. 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 registrado 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, ele 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.

Portanto, o objetivo principal deste trabalho é analisar as atividades dos participantes antes do contato com organizadores genéricos, e durante a aplicação destes, e em particular, identificar as unidades cognitivas evocadas em diferentes momentos. Assim, o objetivo desta pesquisa é identificar a influência dos organizadores genéricos na aquisição do conceito de número relacionado à quantidades até 10 elementos de conjuntos discretos. 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.

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 por quê” 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. Outros cinco participantes foram de vital importância no desenvolvimento e elaboração dos dois organizadores genéricos. As atividades são os pré-testes, baseados na revisão da literatura com relação à contagem e quantificação, e os organizadores genéricos, criados a partir das interações entre o pesquisador e os participantes. Os materiais multissensoriais 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 tem 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. 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 à quantidade de dedos levantados pode auxiliar muito na ampliação da imagem conceitual dos participantes.

5.2 – Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa deste trabalho se resumem a analisar a relevância da aplicação dos dois organizadores genéricos na aquisição de novas unidades cognitivas, que farão parte da imagem conceitual de cada participante. Dentro de cada organizador há de serem considerados os *materiais multissensoriais* e a *interação entre conceitos e procedimentos*.

A primeira questão de pesquisa é analisar 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 verificar 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.

5.3 – 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, ficou 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 estava 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. É importante ressaltar que, apesar de (B19) ter tido sucesso na primeira sessão da atividade fundamental, isso não se repetiu nas outras sessões. E cabe ressaltar que houve um intervalo de tempo de uma semana ou duas nas sessões seguintes. Isso mostra a importância de se trabalhar de forma frequente com alguns alunos com síndrome de Down.

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 4 resume as unidades cognitivas de (B19) antes, durante e depois da aplicação dos organizadores genéricos.

Tabela 4 : Unidades cognitivas de (B19)

<i>Antes dos organizadores genéricos</i>	<i>Durante e depois dos organizadores</i>

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 5, a seguir, explicita as unidades cognitivas de (R14) antes, durante e depois da aplicação dos dois organizadores genéricos

Tabela 5 : Unidades cognitivas de (R14)

<i>Antes dos organizadores genéricos</i>	<i>Durante e depois dos organizadores</i>
a) O <i>procedimento da contagem</i> até 6; b) O reconhecimento das escritas ou símbolos numéricos até 10; c) <i>Subitizing</i> até 4 elementos; d) Representação dos números até 10, nos dedos da mão; e) Identificação dos números até 10, nos dedos da mão;	a) Identificar as 10 formas numéricas do Numicon; b) quantidades além de 5 elementos; c) relação entre o procedimento da contagem e a seleção de quantidades acima de 5; d) visão geral da sequência numérica padrão; 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 foi 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 6, a seguir, tem-se as unidades cognitivas de (A12):

Tabela 6 : Unidades cognitivas de (A12)

<i>Antes dos organizadores genéricos</i>	<i>Durante e depois dos organizadores</i>
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.

5.4 – Volta às questões de pesquisa

A primeira questão de pesquisa se refere ao primeiro organizador genérico. Este se mostrou com uma influência muito grande entre os participantes. Sua principal influência é que ele estimula a *escolha* de uma estratégia por parte do participante. Inicialmente todos os participantes selecionam quantidades de pinos

sem contagem e pelo procedimento de *subitizing*. Mas a partir do momento da conferência dos pinos na forma numérica do Numicon, os participantes se confrontam com o *conceito* de número e percebem que se não alterarem o modo de seleção, ou seja, o *procedimento*, não terão sucesso na atividade. Então, manipulando os materiais multissensoriais por tentativas eles vão ajustando as estratégias, cada um do seu modo, para no final conseguirem o encaixe perfeito de todos os pinos sem sobrar nenhum na área delimitada. A área delimitada faz o papel de separar os objetos selecionados do local de origem, onde se encontram vários destes, e assim os participantes não correm o risco de misturá-los e, além disso, a região delimitada encontra-se em frente ao participante, de modo que este tenha o máximo de sua atenção nos objetos selecionados. As sucessivas tentativas estimulam os participantes, a cada erro, a buscar em sua imagem conceitual possíveis soluções para a situação, e com isso as escolhas de sucesso e fracasso vão sendo incorporadas à imagem conceitual, modificando-a e ampliando-a.

É importante deixar claro que o material Numicon não é a essência deste organizador genérico. O importante é ter um material concreto manipulável, que represente números, que faça o papel de um “gabarito” numérico, e uma área disponibilizada para a seleção dos objetos. Os pinos podem ser qualquer outro objeto que faça correspondência com esse gabarito.

Na participante (B19) o primeiro organizador genérico modifica uma seleção aleatória de 5 pinos sem contagem, para uma seleção consciente utilizando o procedimento da contagem e aperfeiçoando o conceito de número relativo a quantidades. O participante (R14) inicia, também, com uma seleção aleatória e sem contagem, porém, ele precisou do segundo organizador genérico para ter sucesso no primeiro, pois pronunciava a sequência numérica padrão com muitos erros. Logo depois da aplicação do segundo organizador, o participante rapidamente percebeu que o procedimento da contagem o levaria ao sucesso da atividade, modificando, assim, sua imagem conceitual de número. Já a participante (A12) adotou uma estratégia diferente dos outros participantes. Ela começou com uma estratégia de *subitizing* de 2 em 2 pinos, sem contagem e por fim utilizou-se da correspondência furo/pino/palavra-número para selecionar, com sucesso, qualquer quantidade até 10. O primeiro organizador fez com que a imagem conceitual da estudante aproximasse a estratégia de corresponder furo-pino do procedimento da contagem.

A segunda questão de pesquisa se refere à análise do segundo organizador genérico. Organizar e manipular a sequência numérica padrão, com materiais multissensoriais, com pelo menos dois representantes numéricos, e dar um significado concreto aos sucessores e antecessores dos números, fez com que os participantes organizassem e ampliassem a imagem conceitual de número. Ao receber cartões espalhados em cima da mesa, os participantes são instigados a iniciar uma organização mental, junto com o auxílio da *raiz cognitiva* “procedimento da contagem até 10”, objetivando colocar os cartões em certa ordem padronizada, que eles conhecem, mas nem sempre a pronunciam corretamente. Ao relacionar a sequência numérica já organizada com um outro representante numérico, no caso as formas numéricas do Numicon, os participantes têm diante de si um outro exemplo de sequência numérica padrão, com a diferença que esta última traz uma informação a mais, a visão de um o crescimento do menor para o maior, da esquerda para a direita, conforme se avança na sequência. Isso dá ao participante a ideia de quanto mais um determinado número se afasta do 1, maior ele é. Iniciando a atividade a partir apenas das formas numéricas do Numicon espalhadas pela mesa, os participantes são solicitados organizá-las na ordem crescente. E mais uma vez eles são forçados a perceber que a sequência numérica padrão segue um “padrão”, ou seja, que ao avançar na sequência, as formas vão ficando cada vez maiores, não sendo possível diminuir quando se passa de um número para seu sucessor. Já, o ato de inserir ou retirar um elemento em um conjunto e verificar sua nova quantidade, complementa a atividade anterior. Mostra-se ao participante que em um conjunto com x elementos, a modificação de *uma* unidade no conjunto é representada ou pelo antecessor ou pelo sucessor do número x . E a utilização dos dedos das mãos, talvez seja o instrumento mais significativo para o participante, pois podem ver e *sentir* as quantidades se modificando.

Com a participante (B19) o segundo organizador genérico a ajudou a compreender a utilidade da sequência numérica padrão, e a representar e identificar números de 6 a 10 nos dedos. Antes da aplicação do segundo organizador, ela só representava e identificava números de 0 a 5 nos dedos. Além disso, a estudante, com o auxílio da sequência numérica padrão, montada por ela, passou a representar corretamente quantidades de 6 a 10 nos dedos, acrescentando ou diminuindo de um em um dedo. A sequência numérica montada fez o papel da memória verbal de (B19), mostrando assim, que se esta não fosse afetada, a participante poderia

realizar a atividade como o fez, pois ela entendera seu funcionamento. Já o participante (R14) precisou do segundo organizador genérico para tentar corrigir sua deficiência em pronunciar corretamente a sequência numérica padrão. Para isso ele apenas utilizou-se da organização dos representantes numéricos. As ações de organização dos cartões numerados, das formas numéricas do Numicon e da relação entre eles, através da manipulação desses objetos pelo participante, talvez tenha dado a ele uma visão geral da sequência numérica padrão e uma organização desta, que no início não havia. A consequência disso foi um melhor desempenho diante do primeiro organizador genérico.

5.5 – 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 consequentemente 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.

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.
- BASHASH, L., OUTHRED, L. and BOCHNER, S. **Counting skills and number concepts of students with moderate intellectual disabilities.** *International Journal of Disability, Development and Education*, vol. 50, nº3, p. 325-345, 2003.
- BOBIS, J. **Early Spatial Thinking and the Development of Number Sense.** *Australian Primary Mathematics Classroom*, v13 n3 p4-9 2008.
- BRIARS, D., & SIEGLER, R. S. **A featural analysis of preschoolers' counting knowledge**, *Developmental Psychology*, vol. 20, No 4, p. 607-618, 1984.
- BRIGSTOCKE S.; HULME, C.; Nye, J. **Number and arithmetic skills in children with Down syndrome**, *Down Syndrome Research Directions Symposium 2007, Number and Mathematics*, Portsmouth, UK, 2008.
- 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.

- BUCKLEY S. J. **Teaching numeracy**. Down Syndrome Research and Practice. 12(1); p. 11-14, 2007.
- 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. **Subtizing: What is it? Why teach it?**, Printed from Teaching Children Mathematics and with permission from NCTM, 1999.
- CLEMENTS, D. H.; SARAMA, J. **Early Childhood Mathematics Education Research : Learning Trajectories for Young Children**, Studies in Mathematical Thinking and Learning Series, Routledge, 2009.
- CLEMENTS, D. H.; SARAMA, J. **Learnig and Teaching Early Math: The Learning Trajectories Approach**, Studies in Mathematical Thinking and Learning Series, Routledge, 2009.
- 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.
- DEHAENE, S. **The Number Sense: How the mind creates mathematics**, Revised and Updated Edition, New York: Oxford University Press, Inc., 1997.
- DEVLIN, K. **O Gene da Matemática**, Editora Record, 2004.
- 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.; SECADA, W. G.; HALL, J. W. **Matching, counting, and conservation of numerical equivalence**. Child Development, Vol. 54, p. 91-97, 1983.
- 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.
- GEARY, D. C. **Children's mathematical development: Research and practical applications**. Washington, DC: American Psychological Association, 1994.

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

GIRALDO, V. **Descrições e Conflitos Computacionais: O Caso da Derivada**, Tese de doutorado, Coppe-UFRJ, 2004.

GRAY, E.; TALL, D. **Duality, Ambiguity and Flexibility: A Proceptual View of Simple Arithmetic**, The Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 25, nº 2, p. 116-140, 1994.

GRAY, E.; PITTA, D.; TALL, D. **Objects, Actions and Images: A perspective on early number development**, Mathematics Education Research Centre, University of Warwick, UK, 1999.

IFRAH, G. **História Universal dos Algarismos, Vol. 1: A inteligência do homem contada pelos números e pelos cálculos**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

IRWIN, K.C. **Young Children's Formation of Numerical Concepts: Or $8 = 9 + 7$** , H. Mansfield *et al.* (eds.), Mathematics for Tomorrow's Young Children, p. 137-150, 1996.

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.

KEELER, M. & SWANSON, H. **Does strategy knowledge influence working memory in children with mathematical disabilities?** Journal of learning disabilities, vol. 34, nº 5, p. 418-434, 2001.

LAWS, G.; BUCKLEY S.; MacDONALD J.; BROADLEY I. **The influence of reading instruction on language and memory development in children with Down's syndrome**. Down Syndrome Research & Practice 3(2): p. 59-64, 1995.

MEHLER, J.; BEVER, T. G. **Cognitive capacity of very young children**. Science, Vol. 158, No 3797, p. 141-142, 1967.

MIX, K. S. **Similarity and Numerical Equivalence: Appearances Count**. Cognitive Development, Vol. 14, p. 269-297, 1999.

MOTTA, Carlos Eduardo Mathias. **Uma proposta transdisciplinar no ensino da matemática para deficientes visuais**. In: CURY, Helena Noronha (Org.). Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos e propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 407-430, 2004.

NACARATO, A. M. **O conceito de número: sua aquisição pela criança e implicações na prática pedagógica**, Argumento - Revista das Faculdades de

Educação, Ciências e Letras e Psicologia Padre Anchieta, Ano II, número 3, p. 84-106, Jundiaí, 2000.

NYE, J.; FLUCK, M.; BUCKLEY S. **Counting and cardinal understanding in children with Down syndrome and typically developing children**, Down Syndrome Research and Practice, 7(2), p.68-78, 2001.

NYE, J.; BUCKLEY, S.; BIRD, G. **Evaluating the Numicon system as a tool for teaching number skills to children with Down syndrome**, The Down Syndrome Educational Trust, Down Syndrome News and Update, 5(1), p. 2-13, 2005.

PENNER-WILGER, M.; ANDERSON, M. L. **An alternative view of the relation between finger gnosis and math ability: Redeployment of finger representations for the representation of number**. Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society, p. 1647–1652, 2008.

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.

POWELL, A. *et al.* **Uma Abordagem à Análise de Vídeo para Investigar o Desenvolvimento de Idéias e Raciocínios Matemáticos de Estudantes**. Bolema n 21, p. 81-140, Ed UNESP-RC, 2004.

RITTLE-JOHNSON, B.; SIEGLER, R. **The relation between conceptual and procedural knowledge in learning mathematics: A review**, The development of mathematics skills, cap. 4, p. 75-110, Psychology Press, 1998.

STARKEY, P.; COOPER, R.G., Jr. (1980). **Perception of number by human infant**. Science, 210, 1033-1035, 1980.

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.

TUDELA, J.M. O.; ARIZA, C. J. G. **Computer assisted teaching and mathematical learning in Down syndrome children**. Journal of Computer Assisted Learning; vol. 22, n° 4, p. 298-307, 2006.

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