

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**O DESENHO E A LINGUAGEM COMPUTACIONAL LOGO: promovendo o
desenvolvimento de processos criativos**

Susie de Araújo Campos

Orientadora: Profa. Dra. Maria Teresa Eglér Mantoan

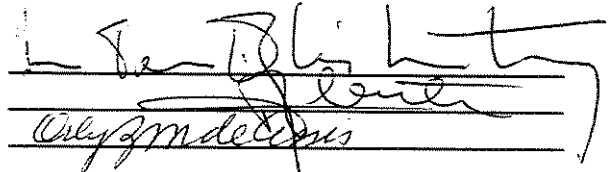
Este exemplar corresponde à redação final da
dissertação de mestrado defendida por Susie de
Araújo Campos e aprovada pela Comissão
Julgadora.

Data: 21 / 02 / 2000

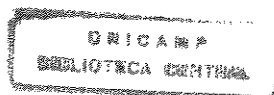
Assinatura:

Orientador(a)

COMISSÃO JULGADORA:



2000



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA	T/UNICAMP
	C157d
V.	
TOT. FOL.	41241
PREÇO	278,00
	☐ ☐ ☒
PRECOR	R\$ 11,00
DATA	30-06-00
V.º CPD	

CM-00142360-4

**CATALOGAÇÃO NA FONTE ELABORADA PELA BIBLIOTECA
DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO/UNICAMP**

C157d Campos, Susie de Araújo.
O desenho e a linguagem computacional LOGO : promovendo o desenvolvimento de processos criativos / Susie Araújo Campos . -- Campinas, SP : [s.n.], 2000.

Orientador : Maria Teresa Eglér Mantoan,.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

1. LOGO (Linguagem de programação de computador).
2. Desenho infantil. 3. Desenho (Projetos). I. Mantoan, Maria Tereza Eglér. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

Aos meus pais

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria Teresa Eglér Mantoan, pela estimulante orientação dada a este trabalho;
Aos professores Dr. José Armando Valente, Dra. Orly Zucatto Mantovani de Assis e Dra. Maria Cecília Callani Baranauskas pelas valiosas contribuições para o amadurecimento das idéias aqui expostas;
À Secretaria da Educação de Valinhos, SP, que nos apoiou com o equipamento, o espaço e as crianças para o nosso trabalho de campo;
Ao colegas do Projeto (Re) Integrar e da EMEF Vale Verde, pela ajuda e colaboração;
Aos queridos amigos que me acompanharam nesta trajetória, pelo carinho e encorajamento sempre presentes.

RESUMO

Com o objetivo de estudar a produção gráfica em Logo, trabalhamos com crianças de 8 a 13 anos, das séries iniciais do ensino público fundamental, a partir de uma abordagem de design.

Verificamos algumas vantagens do *design* sobre os processos habituais de resolução de problemas relacionadas à qualidade estética dos desenhos e ao envolvimento das crianças na atividade de programar em Logo.

Em situações de *design*, constatamos que o desenho da criança adquire formas e composições que diferem da sua produção habitual, como consequência de uma evolução progressiva de significados, ao utilizar uma ferramenta até então inusitada para ela.

Ao acompanharmos as crianças desenhando em Logo, percebemos que o *design* também proporciona liberdade de criação e ludicidade, estendendo por mais tempo o interesse da criança pela programação e diminuindo as situações de fadiga e fracasso que se observam nessa atividade.

Embora a criança tenha de se mover entre os sistemas representacionais gráfico e computacional durante o processo de criação de um desenho em Logo, a sua motivação normalmente está mais voltada para o desenhar do que para o programar. Por esta razão, esse processo de criação mostrou-se importante para manter a criança programando por mais tempo.

A possibilidade de interagir com dois sistemas de representação e a partir de propostas abertas de ensino proporcionou às crianças uma facilidade crescente de previsão e planejamento de ações nos campos situacionais de ambas as linguagens, tornando as crianças mais aptas a enfrentar e resolver problemas gerados tanto pelo desenho como pela programação.

ABSTRACT

With the objective of studying the graphic production in Logo, we have worked with children aged between 8 and 13 from the initial grades of the public elementary school, using a design approach.

We have found out some advantages of the design approach over the usual processes of problem solving as far as the aesthetic quality of the drawings and the child's involvement in the Logo programming activity are concerned.

In design situations we have verified that the child's drawing acquires shapes and compositions that differ from his or her usual productions as a result of a progressive evolution of meanings while using a tool that he or she has never used before.

As we followed the children's drawing with Logo, we have noticed that the design approach also offers freedom to create and recreation, holding the child's interest in programming longer and diminishing the situations of fatigue and failure, which can be observed in this kind of activity.

Although the child has to shift between the graphic and computational representational systems during the creation process of a drawing in Logo, his or her motivation is normally geared more towards drawing than programming. Because of that, this creation process has proved important to keep a child programming for a longer period of time.

The possibility of interacting with two representational systems, starting from open teaching proposals, has given the children a growing facility of predicting and planning of actions in the situational fields of both languages, making the children more skillful to face and solve problems created by both, drawing and programming.

SUMÁRIO

	Página
Lista de figuras	viii
Introduzindo o tema e revisando a literatura	1
1. O Cenário Teórico	15
1.1 Sistemas abertos e fechados de ensino	15
1.2 Transmissão e construção de conhecimentos	18
1.3 Instrucionismo e construcionismo	22
1.3.1 A linguagem computacional Logo	26
1.4 Resolução de problemas e <i>design</i>	31
2. Questões, objetivos, métodos	39
2.1 As questões com que nos defrontamos	39
2.2 Objetivos	47
2.3 Como atuamos com as crianças	48
3. Desenvolvimento de processos criativos em Logo	55
3.1 Enfrentando desafios e compatibilizando linguagens	55
3.2 O desenvolvimento dos significados no trabalho com Logo ..	71
3.3 A afetividade no processo de <i>design</i>	93
Considerações finais	111
Referências bibliográficas	115

LISTA DE FIGURAS

1 Catavento	55
2 Esboço	63
3 Trabalhos com figuras geométricas	64
4 Paisagem com casa	75
5 Casa	77
6 Castelo 1	77
7 Castelo 2	78
8 Castelo 3	78
9 Tartaruga	79
10 Estrela 1	81
11 Estrela 2	82
12 Círculos	84
13 Triângulos	84
14 Ventilador	85
15 Trevo 1	86
16 Trevo 2	86
17 Trevo 3	88
18 Trevo 4	90
19 Trevo 5	91
20 Colagem	94
21 A casa nervosa	95
22 Papai Noel 1	99
23 Papai Noel 2	100

24	Papai Noel 3	100
25	Papai Noel 4	100
26	Rosáceas com quadrados	104
27	Cha, dan e fig	105
28	Rosácea dan	105
29	Chadanfig	106
30	Chadanfig X 3	106
31	Chadanfig X 6	106
32	Chadanfig X 3 em espelho	106
33	Tapete	108

INTRODUZINDO O TEMA E REVISANDO A BIBLIOGRAFIA

Enquanto certas áreas do conhecimento evoluem pela contribuição da ciência e tecnologia, a educação tem permanecido à margem desse progresso.

Sob as práticas educativas que ainda vigoram na maioria das salas de aula está uma concepção de educação de tradição secular, cujo ideário consiste em transmitir o conhecimento sistematicamente acumulado de uma geração para outra. A forma como o ser humano adquire conhecimentos e o papel das características e interesses individuais neste processo não são, em geral, considerados. O aluno deve se adaptar à escola e não esta a ele e, se isto não for possível, ele é excluído.

Estamos caminhando para um mundo sem fronteiras, em que as barreiras de convivência social, cultural, étnicas, religiosas, intelectuais cairão, em que o acesso ao conhecimento e à troca de informações se tornarão cada vez mais rápidas e em que a interação entre as pessoas aumentará consideravelmente.

O cidadão desse mundo que se transforma rapidamente necessita de uma grande capacidade de adaptação, de flexibilidade e autonomia para aprender a todo instante.

Em função do novo contexto mundial, a urgente necessidade de transformação da escola torna obrigatória a revisão de sua ideologia, de seus pressupostos teóricos e das metas que pretende atingir.

Mantovani de Assis (1997) sublinha a posição de Kohlberg sobre as metas da educação atual, que apontam o desenvolvimento humano como objetivo de importância primordial. Tal desenvolvimento não consiste em meras mudanças de condutas locais, mas conduz a uma maior capacidade de adaptação do indivíduo ao meio, produzindo mudanças irreversíveis e gerais em todo campo de suas respostas.

Assumindo uma atitude formadora do ser humano e pretendendo ser um espaço educativo do cidadão para um futuro imprevisível, ao invés do papel de transmissora do conhecimento que vinha mantendo, a escola não pode estar mais

voltada para os conteúdos, rapidamente superáveis, mas para ensinar o aluno a aprender não importa qual tipo de conhecimento que ele venha a necessitar posteriormente. Para Mantoan (1996), as práticas escolares devem resgatar “a originalidade, a autenticidade no agir, no pensar, o desejo de explorar e conhecer o novo, o difícil, a responsabilidade para satisfazer a fins pessoais e coletivos” (p.128).

Para cumprir sua nova missão e para atender melhor a todos os seus alunos, a escola precisa também derrubar os muros que a isolam da vida e identificar-se com os aspectos sociais e culturais de seu alunado.

Em busca de meios para efetivar uma educação de qualidade e aberta à diversidade de interesses e estilos pessoais de aprendizagem, os avanços tecnológicos fornecem recursos de que podemos lançar mão para nos auxiliar nessa grande empreitada. A tecnologia oferece novas e potentes possibilidades para se conhecer como se estrutura e funciona a inteligência infantil e para apoiar o professor na sua atuação pedagógica, além de aproximar o aluno das novidades tecnológicas do mundo atual.

O computador é uma das ferramentas mais importantes com a qual a tecnologia nos brindou, para nos auxiliar nas mudanças de que precisamos realizar nas escolas. Oferecendo várias maneiras de acesso ao conhecimento, o computador possui grande poder de atração sobre as crianças, o que é importante do ponto de vista da motivação para enfrentar os desafios que esta máquina pode proporcionar-lhes.

Segundo Litto (1996), o computador possibilita ao usuário seguir sua intuição, configuração de inteligência e curiosidade para buscar informação nova e interessante na Internet. Cortelazzo & Oliveira (1996) afirmam que, como meio de comunicação, esta máquina pode proporcionar o diálogo entre as crianças, interligar escolas e promover projetos envolvendo crianças de todo o mundo. Referindo-se também ao computador, Valente (1993a) afirma que este oferece a possibilidade de se estimular fortemente o intelecto da criança, quando se usam

programas e linguagens de programação para criar, como por exemplo: banco de dados, textos e programas para a consecução de algum projeto.

As aplicações educacionais da informática podem enfatizar o treinamento, para que o usuário do computador aprenda determinado conteúdo ou visar o processo de construção do conhecimento pelo sujeito, oferecendo-lhe instrumentos que ele possa manipular em várias direções (Valente, 1993a). Entre estes instrumentos está a linguagem computacional Logo, desenvolvida a partir da década de 60 por Seymour Papert, para ser utilizada por crianças, propiciando um ambiente favorável à sua manipulação aberta.

Procuramos extrair da literatura alguns exemplos de como Logo tem sido utilizado em diversos contextos e de que modo são estruturadas as atividades com relação aos seus objetivos. Interessamo-nos especialmente em saber como têm sido propostos os problemas a serem solucionados pelas crianças por meio desta linguagem computacional.

Constatamos que muitos projetos e estudos têm sido desenvolvidos com Logo para conhecer seu impacto sobre o funcionamento e desenvolvimento cognitivo de seus usuários e por suas possíveis aplicações à educação.

Para estudar o funcionamento cognitivo das crianças em contato com Logo, percebemos a necessidade dos pesquisadores determinarem a tarefa a ser realizada por seus sujeitos, para que possam observar com mais objetividade o fenômeno que querem abordar. Observando as condutas cognitivas das crianças ao programarem em Logo, Fagundes (1986) pedia, por exemplo, que a criança desenhasse uma bandeirinha. Uma vez definido o procedimento (programa) que executava esse desenho, a pesquisadora perguntava à criança como poderia desenhar a bandeirinha ao contrário, em espelho ou se a criança sabia fazer uma outra bem pequena, para verificar como a criança se sairia na manipulação do programa.

A utilização de Logo nas escolas é especialmente significativa em atividades de Matemática, Ciências e Ortografia.

Em Matemática, uma proposta para ajudar as crianças a construírem o conceito de fração consistiu em solicitar-lhes que montassem *softwares* para ensinar a alguém alguma coisa sobre frações. Esta atividade resultou em uma ampliação e generalização do conhecimento que as crianças tinham sobre o conteúdo manipulado (Papert, 1994).

Um exemplo de como Logo foi utilizado em Biologia diz respeito ao estudo do processo de germinação de sementes. Os alunos acompanharam este processo em vários tipos de sementes, anotando a medida dos brotos, folhas e fazendo um esboço da forma que a planta ia assumindo. Depois, os dados observados foram transformados em procedimentos de Logo, cuja execução em sequência permitiu a visualização de todo o processo de crescimento da planta (Valente, 1993c).

O trabalho sobre a escrita é possível no ambiente gráfico de Logo, devido ao uso que esta linguagem computacional faz de termos da língua natural. Na escrita de comandos, na gravação de procedimentos, no nome dado aos mesmos, desenhando palavras na tela, elaborando um manual, a criança utiliza seus conhecimentos sobre o funcionamento da sua língua materna para adquirir conhecimentos sobre a linguagem computacional que, por sua vez, leva-a a refletir sobre a sua língua. A necessidade de uso do espaço nos comandos de Logo, por exemplo, sem o qual não pode haver uma comunicação efetiva da criança com o computador, pode desencadear uma reflexão sobre a necessidade de separação entre as palavras na língua escrita (Barrella, 1993).

A linguagem Logo tem sido também de grande valor para o diagnóstico e remediação da capacidade intelectual de pessoas com diversos tipos de deficiência, pois a atividade de programar torna transparente o processo cognitivo do usuário do computador e possibilita ao observador compreender melhor esse processo e intervir adequadamente para estimular o progresso intelectual do aprendiz (Valente, J., 1991).

Testes podem ser criados ou adaptados para diagnósticos, que não teriam sucesso por outros meios. Um exemplo é o teste desenvolvido por

Guerreiro (1991) para avaliar a função visuo-espacial em uma criança com paralisia cerebral, em que esta criança deveria reproduzir em Logo traços em diferentes direções, apresentados como modelo. A criança não poderia realizá-lo com as mãos, por causa de suas dificuldades motoras.

Para simplificar a interação da criança com Logo, podem ser criados programas que focalizam a atividade em torno de um conceito específico, assim como programas que estimulem a criança a atingir um alvo com um mínimo de tentativas (Valente, A. 1991).

Mantoan et al. (1993) relatam uma situação em que uma criança executa no computador o projeto de um robô, desenhado anteriormente no papel. O objetivo da atividade era observar como a criança constrói a noção de ângulo e levantar algumas implicações pedagógicas relacionadas à utilização de Logo no contexto escolar. O experimento demonstrou como o sujeito desenvolveu a noção do ângulo de 90 graus, de seus múltiplos e repartições, por meio da representação desses ângulos em diversos contextos e como reordenou os conhecimentos obtidos na execução da figura do robô. O estudo mostrou também a importância da participação do professor no processo de construção e aplicação desses conhecimentos.

Nos exemplos acima, as atividades não tinham o desenho livre como fim. Eram atividades que se encaixavam na situação de resolução de problemas, pela prévia definição de seu objetivo final.

Como Papert (1994) pôde observar, entretanto, o desenhar como processo criativo parece ser a atividade predileta da maioria das crianças quando programam em Logo.

O autor mencionou duas maneiras de as crianças lidarem com seus desenhos, em um ambiente em que tinham suficiente liberdade para desenvolver um estilo pessoal de programar. No caso, Jeff se propusera a fazer um ônibus espacial, elaborando-o como fazia a maioria das outras atividades: estabelecendo um plano antes, decidindo tudo o que devia compor o desenho. Ele concebeu o programa globalmente e depois dividiu-o em partes manipuláveis.

O menino disse ter visto como seria o ônibus na mente dele primeiro, na noite anterior. Ele não se importava com os detalhes da forma do desenho, mas estava preocupado em fazer o sistema funcionar como um conjunto. Kevin, ao contrário, não era tão organizado como Jeff e preocupou-se muito mais com a aparência de seu navio-foguete, despendendo muito tempo com sua estética. Abandonou a forma inicial e passou algum tempo “garatujando”, criando novas formas, admirando-as, até escolher a sua predileta. Ele também tinha um plano, mas experimentou uma série de possibilidades até chegar à forma final. Depois achou que deveria acrescentar asas e movimento à sua imagem. O movimento criou novos problemas, que Kevin ainda não tinha certeza de como iria resolver. Os programas de Kevin surgiram a partir da sua atividade e ele não queria impor sua vontade sobre a máquina.

Papert comenta que, após observar esses dois meninos, levou oito anos para formular a idéia que os computadores eram importantes para apoiar as diferentes maneiras de pensar e aprender e não só para melhorar a aprendizagem escolar. Ele percebeu que Kevin tivera a sorte de estar em um meio escolar que respeitava o seu estilo de trabalho. Também reconheceu, com base em alguns relatos, que o estilo “duro” de Jeff, a que muitas crianças são submetidas, pode ser penoso para elas e até fazê-las desistir de seus intentos.

Para Turkle (1984), a questão das diferenças entre Jeff e Kevin diz respeito ao caráter projetivo da atividade de programar no computador, que funciona como um espelho da mente e da personalidade da pessoa em interação com a máquina. Tal projeção resulta em estilos de programação diferentes, que tendem para um estilo “hard”, mais rígido, ou para um estilo “soft”, mais flexível. No primeiro caso, a meta é conseguir que o programa execute o plano, e no segundo, há uma habilidade interativa, que permite que a forma aflore da interação com o meio. Jeff e Kevin representam extremos culturais que resultam em dois estilos opostos de programação. Jeff sente-se confortável na manipulação de objetos abstratos, e Kevin elabora suas idéias, considerando impressões difíceis de formalizar, como sentimento, calor, som e vínculo pessoal.

Uma vez que estas diferenças são resultado de uma projeção pessoal, a programação é também uma forma de se desenvolver uma melhor percepção de si mesmo. Pessoas como Jeff tendem a ver o mundo como algo que deve ser posto sob controle e sente-se capaz de dominar as situações, preferindo posições de comando. Kevin é do tipo de pessoa que prefere adaptar-se ao mundo, pois sua complexidade parece fazer com que este lhe escape das mãos. Pessoas como Kevin preferem aprender a negociar, transigir e desenvolver empatia por seus companheiros.

Alguns pesquisadores encontraram pouca “vocação” na maioria das crianças para um planejamento rígido das imagens a serem desenhadas no computador, especialmente nas mais jovens.

Segundo observação de Pea & Kurland (apud Fagundes, 1986), ao estudarem se as crianças transferem espontaneamente habilidades de planejar, é mais comum que elas não planejem antecipadamente, mas que escrevam comandos e deixem os objetivos emergirem da atividade. Elas verificam se estão satisfeitas com o resultado à medida que vão programando e então decidem se querem melhorar o programa ou definir um novo objetivo.

Estudando a composição de módulos na imagem mental e na programação, Mosca & Fagundes (1986) utilizaram técnica baseada no “método clínico” de Piaget durante as sessões, em que os sujeitos deviam desenvolver no computador projetos gráficos desenhados com antecedência no papel. Foi constatado que as crianças entre seis a oito anos, em geral, não possuem imagens mentais “acabadas” em seus detalhes geométricos para servirem como projeto de trabalho (imagem *goal*). “A construção destes detalhes (...) se faz concomitantemente com a atividade de programação em Logo, mostrando isso um *feedback* da atividade de programação sobre a construção da imagem *goal*” (p.67), que se modifica enquanto a criança programa.

Axt (1988) trabalhou com crianças em programação ativa em Logo, utilizando-se de perguntas para saber o que a criança iria fazer ou como se chamaria o que ela havia feito, para verificar o comportamento verbal dela na

relação entre nome e desenho. Foram verificadas as seguintes etapas na gênese da noção de projeto: a) a criança não se preocupa em dar nome ao seu trabalho e se fixa na ação imediata; b) ela pode dar um nome, como para justificar o desenho feito, mas sem que este nome tenha servido para controlar a sua produção; c) pouco a pouco, o nome começa a controlar a execução do desenho, até que antecipa o desenho, controlando todo o projeto de ação.

Outros autores tem levantado a questão da necessidade de estruturação da atividade em Logo. Trata-se de determinar o grau de liberdade necessário e desejável para que as crianças progridam na sua aprendizagem com uma linguagem de programação como Logo. As primeiras experiências em ambientes não diretivos não se mostraram muito frutíferas, tendo o adulto apenas como consultor (Papert et al., 1979, Pea, 1983 apud Miranda, 1989). Falando do limite do controle da aprendizagem pelo aluno, Miranda (1989) observa que há uma tendência para substituir a aprendizagem por meio da descoberta livre e ativa, presente nos primeiros experimentos com Logo, pela descoberta guiada, reconhecendo a necessidade de estruturar a experiência de aprendizagem com Logo.

Com esta preocupação, a autora desenvolveu o seu estudo com pré-escolares para avaliar se a atividade em Logo, integrada às atividades escolares, teria algum efeito na mobilização dos recursos cognitivos das crianças. Comparando o grupo que utilizara Logo com o grupo controle, durante um ano de trabalho, as diferenças a favor do primeiro grupo não passaram pelo teste de significância. Uma das razões atribuídas pela autora para este resultado é que houve poucas situações de planificação cuidadosa, predominando os desenhos livres. E quando a planificação existiu, a tomada de consciência da inadequação entre plano e resultado não foi suficientemente explorada pela professora. A variável educador confirmou-se, segundo a pesquisadora, como fator crucial para as aprendizagens que as crianças efetuam. É evidente, neste caso, o valor atribuído à planificação pela autora.

Valente (1996) fornece um breve histórico do que se pensa sobre a função do professor no ambiente Logo, mostrando que as pesquisas neste sentido são bastante recentes. A tendência tem sido a de tirar o professor de uma posição de mero técnico de computação e da linguagem Logo, a quem o aluno podia recorrer, para uma participação efetiva na construção do conhecimento do aluno.

O computador, dentro do ambiente de aprendizagem, caracteriza-se pela possibilidade de o aluno descrever a solução de um problema por meio dos comandos da linguagem computacional (procedimento), refletir sobre os resultados conseguidos em comparação à sua idéia inicial e depurar o seu procedimento. A palavra depurar é usada em programação computacional com o significado de aprimorar um programa, uma idéia. Para o autor, é justamente sobre este modelo que o professor deve atuar, no sentido de “facilitar” a descrição-reflexão-depuração e também a análise metacognitiva, ajudando o aluno a entender mais sobre a sua própria maneira de pensar. Para melhor auxiliá-lo neste processo, o professor precisa conhecer bem o produto que esse aluno quer construir.

Valente, no texto mencionado, ao referir-se à existência de diversos estilos de programação, adverte sobre a necessidade de que haja algum momento em que o problema seja explicitado, para que o professor possa cumprir o seu papel. Este problema jamais deve ser imposto, mas construído na interação professor/aluno, podendo ser alterado. O autor é de opinião que deva existir um problema original para que as alterações feitas possam ser avaliadas. O professor também pode fazer sugestões de mudança no problema, as quais possam ser acatadas pelo aluno.

Encontramos exemplos de ambientes de aprendizagem em que os projetos são tratados com maior flexibilidade e o processo de solução de problemas é um processo de *design*, especialmente em estudos sobre atividades que associam a programação em Logo e dispositivos LEGO.

Nessas atividades, a criança constrói objetos mecânicos que podem ser controlados pelo computador. Por meio do *design*, o aluno constrói mecanismos

que implicam noções de engenharia e aprende conceitos matemáticos e científicos, lidando, por exemplo, com velocidade, atrito, força e peso (Valente e Canhette, 1993).

Um exemplo de desenvolvimento de um processo de *design* por crianças, no ambiente LEGO-Logo é relatado por Ocko et al. [s.d.], em que um menino constrói um artefato que se movimenta impulsionado pela trepidação de um mecanismo eletromecânico. Ao invés de tentar corrigir a vibração do dispositivo LEGO que montara, a criança pensou em usar a trepidação como meio para movimentar o seu aparelho. Lembrou-se de que, ao movimentar os seus braços, a vibração do seu *skate* aumentava. Então procurou um modo de simular “braços” e acrescentá-los ao mecanismo, montando-o em cima de uma plataforma com pernas. Mas a vibração aumentou de tal forma que desmontou toda a construção, de modo que a criança teria que reduzir a vibração ou tornar a estrutura mais resistente. O menino optou por fortalecê-la, torná-la mais compacta, e um colega sugeriu que lhe desse pés para aumentar sua estabilidade. A criança procurou o que poderia servir como pés, utilizando rodas deitadas em torno dos mesmos e, então, o seu vibrador funcionou como um veículo de locomoção. A seguir, o menino enfrentou o desafio de fazer com que este veículo pudesse ser guiado, conseguindo que ele seguisse por uma linha reta, comandado por um programa Logo.

Os autores comentam algumas heurísticas de *design* usadas pelo garoto, tais como: tirar proveito do inesperado, usar a experiência pessoal como guia e tentar aproveitar materiais de maneiras inovadoras.

Papert (1994), escrevendo sobre o mesmo episódio, comenta que o menino trabalhou intuindo seu caminho, sem seguir um plano exato, mas tinha uma meta e estava comprometido com ela, permitindo que essa meta evoluísse, enquanto ele trabalhava. Pela improvisação e negociação que a criança estabelece com o seu trabalho em evolução, o autor toma esse caso como excelente exemplo de *bricolage*, termo francês (com o sentido aproximado, mas inadequado, de “remendar”) tomado da obra de Lévi-Strauss, que o adaptou para

caracterizar o estilo cognitivo concreto, característico das culturas primitivas que estudou.

Resnick (1989) chama a atenção para a importância do sentido do propósito e da apropriação que acompanha o *design*, uma vez que o aluno termina as suas explorações com um produto que, sendo significativo para ele, dá a seu trabalho uma carga afetiva e de interesse, geralmente ausentes na maioria das atividades escolares. Como consequência, o aprendiz fica mais propenso a explorar e fazer conexões cognitivas com os conceitos matemáticos e científicos relacionados ao domínio em que estão trabalhando. Nesta situação, o aluno também aprende sobre o *design*, que caracteriza grande parte das situações encontradas no dia a dia. Atuará de forma idêntica à que muitos profissionais adotam em suas atividades e aprenderá algumas heurísticas utilizadas na solução de problemas do mundo real, adquirindo um senso mais rico do que fazem não só os engenheiros e arquitetos, mas também os físicos e matemáticos. O autor considera que o fato de as escolas preferirem situações de aprendizagem que focalizam a resolução de problemas, de forma demasiadamente analítica, prejudica os alunos, em especial aqueles que se sentem mais confortáveis em trabalhar com tarefas orientadas para o *design*.

Se os profissionais que dependem da criação para as suas produções materiais e intelectuais utilizam o processo de *design*, este processo será muito mais intenso na atividade artística, uma vez que as soluções possíveis são ainda mais numerosas.

Para Martins (1994), há um paralelo entre a atividade de *design* na criação artística e a atividade de programar, que envolvem os ciclos: criar, questionar e depurar. A autora estudou o processo de composição musical quanto aos meios que o sujeito utiliza para atingir seus objetivos, à forma como utiliza conhecimentos anteriores e ao modo como desenvolve estratégias e as avalia.

Em seu experimento, essa pesquisadora encontrou na criação musical um movimento cíclico entre momentos de planejamento, implementação, avaliação e desenvolvimento de novas idéias (que não obedece necessariamente a

seqüência completa a cada vez). Observou que o conhecimento dos recursos computacionais de um ambiente musical, como o que Logo oferece, é gerador de idéias musicais criativas, pela diversidade de operações que permite, ajudando o artista a evoluir na exploração, edição, ampliação, divisão de linhas melódicas e a obter novos significados que ainda não imaginara para a sua composição.

Encontramos um único estudo com o objetivo de enfocar o processo de criação de desenhos artísticos no ambiente gráfico Logo. Neste estudo, Fagherazzi (1991) abordou as condutas relacionadas à elaboração de signos configuracionais pelas crianças, de 10 a 14 anos, e a emissão de juízos estéticos sobre seus produtos artísticos e o dos outros. A autora apoiou-se em princípios do método clínico piagetiano ao interagir com as crianças que desenhavam com Logo, fazendo perguntas com o objetivo de levar cada uma a refletir sobre a sua atividade e de provocar desequilíbrios nos sujeitos da pesquisa. Considera que a atividade artística não abre mão dos processos cognitivos, como se pertencesse somente aos domínios da emoção e da expressão.

As condutas observadas por essa pesquisadora envolveram: exploração, composição e apreciação. A exploração consistia em desenhar traços aleatórios, buscar significações naquilo que estava na tela, constatar o que aconteceria ao se usar determinado comando ou recurso, manipular figuras para depois explorar seu programa, tentar concretizar uma intenção verbalizada e outros. A composição envolvia decisões quanto ao que combinava entre si e também a apropriação dos recursos do ambiente computacional. A apreciação era pouco alterada pelas possibilidades desse ambiente, fazendo com que a tendência das crianças para representar sempre objetos do mundo real não fosse mais uma necessidade para se ter configurado um desenho. A apreciação permeava todo o processo de contato dos sujeitos com Logo. Já a exploração era mais freqüente no início das atividades, voltando a surgir em outros momentos, e as condutas de composição iam aumentando com o tempo.

A autora constatou que Logo oferece à criança que desenha a oportunidade de perceber que suas criações são passíveis de reformulação e

recomposição, dando um novo poder àquelas que parecem ter menos aptidão para desenhar. A criança pode dialogar com o seu desenho por meio da linguagem computacional, permitindo uma recriação que não poderia conseguir por outro meio fora do computador e proporcionando ocasiões para comparar, analisar e pensar sobre sua produção de signos configuracionais. A autora constatou a importância do contexto interativo da criança e os processos que dele emergem como fundamentais para a evolução da forma gráfica, sendo que o ambiente computacional utilizado propiciou o acompanhamento do processo de geração da forma e suas transformações e tornou disponível um novo repertório de signos configuracionais.

O presente estudo também enfoca o processo de criação gráfico-plástica em Logo e busca apresentá-lo como uma das situações pedagógicas possíveis que, a nosso ver, pode enriquecer a concepção de utilização da linguagem Logo no ambiente escolar. Abordamos a atividade de desenhar no computador de maneira que a solução dos problemas se desenrola como um *design*. O desenho emerge da exploração dos recursos do ambiente gráfico Logo e buscamos os benefícios que seus usuários podem usufruir desse processo.

Apresentamos o trabalho em três capítulos. No primeiro capítulo, tratamos dos aspectos teóricos que fundamentam o trabalho que desenvolvemos com Logo. O segundo capítulo contextualiza a pesquisa, dando um breve histórico da experiência educacional em que se baseia a nossa discussão, e define o problema, os objetivos e a metodologia. O terceiro capítulo discute, à luz de uma seleção de atividades desenvolvidas com os sujeitos deste estudo, as principais características e vantagens que encontramos em um ambiente de *design*, comparado ao ambiente de resolução de problemas. Esta discussão está dividida em três tópicos que abordam: o desenvolvimento de novos significados, os desafios enfrentados pelo sujeito e aspectos afetivos envolvidos no processo de *design*.

Finalmente apresentaremos as conclusões finais da pesquisa e algumas recomendações sugeridas pelo trabalho.

CAPÍTULO 1

O Cenário Teórico

Construímos este capítulo no ensejo de explicitar as idéias que constituem o cenário teórico deste estudo. Elas podem ser sintetizadas nas oposições que propositalmente estabelecemos para melhor distingui-las em seus sentidos.

Ao longo do trabalho, partes deste cenário serão mais enfocadas, mas é o conjunto desses posicionamentos que nos respaldam na análise que faremos dos dados que recolhemos em campo, trabalhando com nossos sujeitos.

Destacamos, contudo, as comparações de *design* e resolução de problemas como fundamentais para a discussão de nosso problema neste estudo.

1.1 Sistemas abertos e fechados de ensino

As pedagogias que vêm buscando solucionar as contradições e fracassos dos modelos tradicionais de ensino despontam com projetos e ações educacionais inovadores, de tal forma que atualmente podemos distinguir dois sistemas de ensino de características bem diversas: um sistema fechado, que traduz a dinâmica da escola tradicional e um sistema aberto, que se identifica com as pedagogias de vanguarda.

Wickens (1976) caracteriza os sistemas fechados e abertos de ensino, afirmando que os programas pedagógicos podem ser muito diferentes entre si, mas mantêm uma coerência em determinadas estruturas de interação entre as pessoas e entre estas e o meio escolar. Tais estruturas permitem sua identificação com um ou outro sistema, apesar de variar dentro de certos limites e apresentar, algumas vezes, características muito parecidas entre ambos.

O modelo de organização dos programas de ensino de sistema fechado visa manter ao máximo o equilíbrio interno do sistema. Para isso, todos os componentes organizacionais do ensino são previstos: objetivos, conteúdos, estratégias e atividades. Tudo é delimitado com antecedência, sendo que até os

materiais são prescritos e idênticos para todos os alunos. A interação entre os acontecimentos em sala de aula e o contexto individual mais amplo, assim como a interação entre as pessoas e a interação entre estas e os materiais escolares são reduzidas ao mínimo e também previamente definidas pelos que controlam os programas.

Há objetivos comportamentais antecipadamente propostos para o professor e o aluno alcançarem. Do professor é esperado que execute o programa prescrito, cuja autoria não é sua, e cuja execução é controlada por um supervisor que avalia os resultados da mesma. Se os alunos fracassam, a culpa não é do conteúdo do programa, mas da forma como o professor o conduziu. Do aluno, por sua vez, é esperada a resposta prevista para cada estímulo, reduzindo-lhe as oportunidades de êxito a esta única resposta.

Esta insistência para que haja uma total conformidade a uma norma predeterminada faz com que os comportamentos sejam categorizados em certos ou errados, aceitáveis ou inaceitáveis. A única maneira capaz de manter o equilíbrio de uma tal sistema, que em nenhum momento leva em conta o indivíduo, são as estratégias da recompensa e da sanção.

Os sistemas fechados de ensino têm seus conteúdos organizados de modo cumulativo e linear, obedecendo a seqüências hierárquicas que pretendem descrever o desenvolvimento de um conceito. A eficácia na aprendizagem é medida pela velocidade com que estas seqüências são ultrapassadas.

Os programas estruturam-se em disciplinas curriculares, cujas fronteiras não são ultrapassadas umas pelas outras. Desconsiderando o processo de aprendizagem, dá-se valor aos resultados desta e os alunos recebem os produtos de uma disciplina prontos, sem compreender a estrutura fundamental da mesma. Tais produtos limitam-se a conhecimentos factuais, que são diretamente demonstráveis, uma vez que os critérios de êxito se referem a objetivos comportamentais.

Ao contrário dos sistemas fechados, os sistemas abertos de ensino geram um desequilíbrio contínuo, decorrente de um jogo constante entre as pessoas, o contexto pedagógico e as influências exteriores. Desse modo, os programas

abertos de ensino se caracterizam pela imprevisibilidade resultante das múltiplas interações entre os elementos do sistema, impondo constantes transformações ao programa e contínua reconstrução do meio escolar.

Os programas abertos de ensino são definidos pelo funcionamento humano, pelas necessidades manifestadas pelos alunos e pelas diferenças individuais que apresentam. As contingências ganham importância fundamental na vida escolar, tais como interesses pessoais dos alunos, suas características étnicas e culturais ou problemas ecológicos da comunidade.

Considerando que o professor é o único que pode avaliar as necessidades dos indivíduos num meio em transformação contínua e os momentos em que cada aluno pode iniciar determinada aprendizagem, somente o professor pode ser o autor, executor e supervisor de um programa de ensino. Assim, é ele quem seleciona os materiais e experiências, avaliando os progressos e reexaminando suas estratégias quando for necessário.

Os comportamentos a serem atingidos pelo aluno deixam de ser tão precisos como nos sistemas fechados e o seu sucesso não é medido pelos produtos que apresenta. É mais importante que haja evolução na capacidade funcional do educando e no nível de compreensão dos conhecimentos de que ele se ocupou. A observação destes progressos não se centra em produtos de aprendizagem anteriormente previstos, mas no processo de desenvolvimento das atividades. Assim, não se classificam comportamentos em certos e errados e nem há mais lugar para um sistema de recompensa e sanções escolares.

Um programa aberto leva em conta que o indivíduo desenvolve suas estruturas cognitivas por meio de uma reorganização constante dos conhecimentos, atingindo uma complexidade crescente, que envolve uma progressão vertical complementada por uma progressão horizontal. Assim, espera-se que o aluno aplique seus conhecimentos de maneira cada vez mais complexa a uma gama cada vez mais ampla de situações. A resultante desta visão é a interdisciplinaridade, sendo que a relação entre as disciplinas se estabelece pelas situações de trabalho que demandam uma síntese dos conhecimentos.

Quanto aos pressupostos epistemológicos, os sistemas fechados de ensino se identificam com as teorias inatistas e empiristas do conhecimento (Mantoan, 1995). Na concepção inatista, o conhecimento tem origem no sujeito e aflora à medida que o sujeito amadurece. Dadas certas condições, as idéias que o sujeito já traz prontas consigo apenas se atualizam em sua mente. Os programas fechados de ensino, neste caso, contribuem para a revelação dos conhecimentos pré-formados no interior do sujeito.

Para os empiristas, o conhecimento se encontra fora do sujeito e se obtém a partir das informações que este recebe do meio que o circunda, por intermédio da experiência sensível. Nesta concepção, como na anterior, o sujeito tem uma insignificante participação na constituição dos conhecimentos, que são apenas apresentados, transmitidos pela escola.

Em outra direção se encontram as teorias epistemológicas interacionistas, que preconizam que o conhecimento tem origens internas e externas ao sujeito e se desenvolve em razão da participação ativa deste sujeito na construção do saber, à medida que interage com o meio. Em consonância com estes pressupostos, os sistemas abertos de ensino valorizam o sujeito, suas necessidades e particularidades individuais, incrementando todo tipo de interação do mesmo com o ambiente escolar e a comunidade em que está inserido.

1.2 Transmissão e construção de conhecimentos

A concepção de educação que fundamenta a escolha dos objetivos e práticas educacionais na maioria de nossas escolas, apoia-se na clássica corrente ideológica da transmissão cultural e se baseia em uma epistemologia empirista. Centrada na sociedade, seus principais objetivos educacionais consistem em passar para a geração mais jovem a herança cultural acumulada e, numa abordagem mais recente, promover o ajustamento do aluno à sociedade tecnológica, transmitindo-lhe habilidades e hábitos que facilitarão o seu ajustamento profissional (Kohlberg & Mayer, 1972).

Nos sistemas fechados de ensino, o papel do professor é transmitir conhecimentos ao o aluno. Este, por sua vez, é mero receptor passivo dos

conhecimentos e habilidades, sendo avaliado pelo seu sucesso em incorporar as respostas ensinadas e em responder favoravelmente às exigências do ambiente. As instruções ministradas e os critérios de avaliação são idênticos para todos os alunos, sem que seus interesses, ritmos próprios de desenvolvimento, estilos pessoais para solucionar um dado problema sejam considerados.

A esse paradigma educacional opõem-se os ideais embasados por epistemologias interacionistas e que estruturam as práticas educativas em sistemas abertos de ensino. Tendo o aluno como sua preocupação central, as metas educacionais de tais paradigmas giram em torno do desenvolvimento global dos educandos.

Dewey foi o teórico precursor na oposição a uma educação com base na instrução e defendeu uma educação da ação, que atendesse ao interesse produtivo da criança, à sua liberdade e iniciativa. Piaget deu os fundamentos biopsicológicos à doutrina da pedagogia ativa que Dewey defendia.

O construtivismo piagetiano explica a aquisição dos conhecimentos como uma construção progressiva e contínua, resultante da interação do sujeito com o meio, produzindo novas estruturas cada vez mais complexas. Esta interação implica a ação do sujeito sobre o real, provocando transformações sobre os objetos.

Segundo Piaget (1975), as estruturas cognitivas desenvolvem-se em razão do seu próprio funcionamento. O sujeito traz consigo, como herança genética, apenas as condições para este funcionamento intelectual e que são comuns à toda espécie humana.

A atividade cognitiva se assemelha à do organismo biológico. Ao entrar em relação com meio, o organismo retira dele o que precisa para manter-se, mediante o processo de assimilação. Quando o meio se transforma, o organismo é obrigado a transformar-se para ajustar-se a essa mudança, pelo processo de acomodação. Esses dois processos são indissociáveis e a adaptação, tanto biológica quanto cognitiva, resulta de um equilíbrio entre ambos.

Sob esta perspectiva, o progresso na construção dos conhecimentos se deve principalmente à superação dos desequilíbrios que o sujeito enfrenta, ou

seja, à reequilibração. O sujeito entra em desequilíbrio sempre que novas assimilações e acomodações lhe são exigidas, frente a uma nova situação que perturba o estado de equilíbrio anterior. Esse desequilíbrio motiva o sujeito a ultrapassar o seu estado atual e a atingir a um novo e melhor equilíbrio, processo designado como equilibração majorante.

Quando o sujeito se encontra diante de uma perturbação e entra em desequilíbrio, sua reação se dá por meio de uma regulação, processo pelo qual esse sujeito realiza ajustes nas próprias interações com o meio, visando chegar a uma nova equilibração.

Dois mecanismos, de sentidos contrários, intervêm no processo de regulação: o retroativo e o proativo. As retroações ou recursões informam no presente os resultados de uma ação passada em sua retomada e as proações ou antecipações conduzem a uma correção ou a um reforço de acordo com esses resultados. Se, ao repetir uma ação, o sujeito a modifica com a intenção de corrigi-la, então há uma regulação por feedback negativo. Mas se a regulação ocorre de modo a reforçar a ação retomada, temos uma regulação por feedback positivo.

Quase todas as regulações conduzem a uma compensação, isto é, a uma ação de sentido contrário a um certo efeito, que visa neutralizá-lo ou anulá-lo.

Piaget (1975) ainda distingue um outro fator, além das regulações compensatórias, que resulta em aperfeiçoamentos da equilibração: são as novidades tiradas do próprio mecanismo das regulações, por meio das abstrações reflexivas.

Para esse autor existem três tipos de abstração:

A abstração empírica, que extrai suas informações dos objetos físicos e dos aspectos materiais da própria ação do sujeito. A abstração reflexiva, que se apóia sobre as coordenações das ações do sujeito. Uma forma particular de abstração reflexiva é a abstração “pseudo-empírica”, assim denominada, porque o sujeito age sobre os objetos e seus observáveis, mas acrescenta-lhes propriedades que são produto de suas coordenações. O terceiro tipo de abstração é a refletida, definida como o resultado de uma abstração reflexiva que se torna consciente (Piaget, 1977).

A abstração reflexiva é constituída por dois momentos indissociáveis: o reflexo, que projeta para um nível superior de cognição aquilo que extrai de um nível precedente, e a reflexão, que reorganiza e coordena cognitivamente o material transferido com os elementos já existentes no novo nível.

É a colaboração entre regulações e reflexões, progredindo nível a nível, que propiciam o desenvolvimento cognitivo, pela construção de esquemas sobre esquemas, operações sobre operações, em que as últimas são extraídas das primeiras e são sempre de uma potência maior. Em outras palavras, tal desenvolvimento se dá por equilibrações majorantes, até alcançar as operações, ponto final das regulações, por constituírem regulações perfeitas.

Fagundes (1986) estudou a interação do sujeito com o computador, sob a perspectiva da Epistemologia Genética de Piaget, utilizando-se do método clínico piagetiano. A autora estudou a evolução da noção de programa computacional, constatando que essa atividade permite reconhecer o processo de equilibração proposto por Piaget, para explicar como os conhecimentos são adquiridos.

Em seu estudo, Fagundes (1986) encontrou na atividade de programar uma grande variedade de situações capazes de provocar desequilíbrios adaptativos e de fornecer *feedbacks* que levam a processos compensatórios de superação desses desequilíbrios. Em computação, usa-se a palavra depuração para referir-se às tentativas de equilibração, buscando eliminar de um programa computacional o elemento causador de resultados indesejados, que causam uma perturbação desequilibradora no indivíduo.

A autora citada distinguiu três níveis principais na psicogênese das condutas cognitivas da criança ao programar em Logo. A criança parte de um nível pré-causal, em que não estabelece conexão entre o que faz no teclado e o que resulta no vídeo e quando os desequilíbrios são mais abundantes. Em um segundo nível, a criança estabelece essa conexão, mas sem compreender a lógica da linguagem de programação. O sistema atinge sua melhor estabilidade no terceiro nível, graças ao sucesso das compensações. A lógica da linguagem computacional é apreendida e o sujeito pode antecipar a produção do programa assim como suas possíveis transformações.

No início da interação com o computador, como indica o estudo realizado por Fagundes, o sujeito passa por um período em que predominam as abstrações empíricas, partindo de uma relação puramente física com a máquina. Aos poucos, percebe que a sua ação produz resultados na tela e vai estabelecendo um vínculo causal entre ambos.

Já na fase intermediária, as abstrações do sujeito sobre os resultados de suas regulações são principalmente pseudo-empíricas. Neste nível, ele já programa e pode comparar o resultado produzido com sua imagem antecipatória, considerando as relações introduzidas por ele próprio.

No terceiro nível, em que o sujeito alcança o controle das leis relativas à construção do programa, realizando operações sobre operações, as abstrações refletidas se tornam evidentes. O sujeito torna-se, então, capaz de fazer transformações em seus programas para conseguir efeitos jamais experimentados antes empiricamente.

Para melhor situar a interação do programador com a linguagem computacional referida por Fagundes e explicitar de que forma esta linguagem pode colaborar na construção de novos conhecimentos e para o desenvolvimento cognitivo, trazemos à tona o construcionismo de Papert, o idealizador de Logo.

1.3 Instrucionismo e Construcionismo

O construcionismo, segundo Papert (1994), é sua reconstrução pessoal do construtivismo piagetiano. Esta reconstrução, para o autor, configura uma filosofia educacional que “apresenta como principal característica o fato de que examina mais de perto do que outros *-ismos* educacionais a idéia da construção mental” (p. 127). Defende que as construções mentais são melhor elaboradas quando apoiadas por construções materiais e pretende fazer do aprendiz um perito em construir conhecimento, por meio da apropriação de métodos e recursos que potencializem suas habilidades para aprender.

Sem abrir mão do ensino, o construcionismo se fundamenta na idéia de que as crianças podem aprender melhor, quando descobrem por si mesmas os conhecimentos de que precisam. A melhor colaboração que a escola pode dar à

criança é apoiá-la para que adquira o tipo de conhecimento que a ajudará a obter mais informação, fornecer-lhe bons instrumentos para facilitar a sua aprendizagem e conduzi-la a terrenos férteis em conhecimento por meio de uma ampla diversidade de atividades. A meta construcionista é produzir a maior aprendizagem possível a partir do mínimo de ensino.

Papert cunhou a palavra instrucionismo para definir o que é oposto ao contrucionismo - a instrução como o centro da proposta educacional. Na visão instrucionista, se o aluno não sabe o suficiente sobre algum assunto, deve-se ensinar-lhe mais sobre tal assunto, transmitindo-lhe mais conhecimentos. A meta instrucionista é, ao contrário da construcionista, ensinar o máximo de coisas num mínimo de tempo possível.

Todas as pessoas e de maneira muito particular as crianças aprendem uma grande quantidade de coisas sem que sejam ensinadas e sem problemas de aprendizagem, bastando que estejam de fato envolvidas com o tema que aprendem. Terão, contudo, dificuldades para aprender o mesmo assunto por meio dos métodos escolares tradicionais ou sem eles, se este assunto não for do seu interesse. Papert (1994) observou pessoas fazendo matemática de modo inusitado, mesmo quando já haviam sido ensinadas a resolver o mesmo problema de modo completamente diferente na escola. Há ocasiões, por exemplo, em que fazem operações matemáticas envolvendo frações quando estão na cozinha, sem usar os algoritmos que aprenderam. Este autor conclui que as pessoas acham meios para aprender o que precisam, quando estão determinadas a encontrá-los, e “esta aprendizagem informal aponta para uma rica forma de aprendizagem natural que depõe contra a natureza dos métodos da Escola e requer um tipo diferente de apoio” (p. 127).

O desafio para os educadores é trabalhar com este processo natural de aprendizagem, ao invés de laborar contra ele. Para isso, é preciso conhecer mais sobre este processo espontâneo, para fomentá-lo e ampliá-lo.

Papert defende que a maneira natural de aprender está fortemente ligada a formas concretas de pensar, opondo-se à forma “desnaturalizada” que a escola

tradicional impõe e que é demasiadamente abstrata e desconectada de qualquer uso prático.

O pensamento concreto, segundo esse autor, foi identificado e estudado por Lévi-Strauss e Piaget. Ambos se defrontaram com uma forma de pensar diferente do que se tomava como norma e utilizaram a palavra concreto para denominá-lo. Lévi-Strauss o encontrou entre povos “primitivos”, que desenvolviam uma “ciência do concreto”, diferente da “ciência analítica” conhecida e praticada por este cientista. E Piaget chamou de “estágio de operações concretas” ao período do desenvolvimento infantil em que o pensamento concreto se manifesta.

Ambos, Lévi-Strauss e Piaget, estudaram os mecanismos desta forma não abstrata de pensar e a identificaram com a maneira peculiar de pensar de povos ou pessoas que ainda não amadureceram até o nível mais elevado de desenvolvimento possível, como os “primitivos” ou as crianças.

Essa identificação pode dar a impressão de que o pensamento concreto não é importante em meios intelectualmente sofisticados. Para mostrar o contrário, Papert (1994) menciona Bruno Latour, que estudou o comportamento de cientistas em seus laboratórios e encontrou uma prática muitas vezes mais próxima do “pensée sauvage” da ciência do concreto do que da ciência analítica.

Com base na crença de que o pensamento concreto é inadequado, a escola de abordagem instrucionista busca ensinar por meio de proposições abstratas e esta ênfase no pensamento formal é um sério obstáculo à aprendizagem. Mesmo alguns professores construtivistas, observa Papert (1994) no afã de levar o aluno a ultrapassar a fase própria do pensamento concreto para o estágio das operações formais, podem deixar de proporcionar ao educando a proximidade às situações concretas de aprendizagem desnecessariamente cedo. Desta forma, o aluno pode ser privado de dar ao pensamento concreto a robustez desejável para que o pensamento abstrato seja mais ágil e eficiente.

A estratégia defendida por Papert para favorecer a aprendizagem é fortalecer o processo de pensamento concreto, que deve ser perpetuado e não apenas visto como uma passagem para o pensamento abstrato.

Com este objetivo, esse educador busca metodologias que favoreçam a permanência do aluno em circunstâncias concretas de aprendizagem. O princípio central do construcionismo é que as construções que se dão na mente, dão-se de uma forma mais bem sucedida, quando são apoiadas pela construção de algo concreto, que pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado, e admirado.

Os materiais construcionistas são “conjuntos de construção”, como os brinquedos Lego, os materiais de uma cozinha ou uma linguagem de programação. Estes materiais permitem que se formem ambientes de atividades ricos em produção de conhecimento, chamados por Papert de “micromundos”. Como professor de matemática, ele pretendia que os aprendizes tivessem nestes micromundos oportunidade de brincar com matemática, pensar sobre ela e usá-la nas suas construções.

Para explicar os princípios da metodologia de uma atividade intelectual concreta, Papert empresta de Lévi-Strauss a palavra francesa *bricolage*, usada para descrever a condução da “ciência do concreto”. Papert considera que essa palavra traduz justamente o que se obtém de aprendizagem matemática em uma cozinha, que é diferente da matemática escolar. Esta apoia-se na concepção de que a generalidade é o método que funcionará corretamente para todos os problemas e para todas as pessoas. Mas a matemática em uso em uma cozinha, usa as ferramentas que estão à mão para enfrentar um problema, experimenta, troca de ferramenta, sem preocupar-se com a sua inadequação imediata. A *bricolage* consiste em usar o que se tem, improvisar, adaptar, como age uma pessoa que faz consertos gerais. As ferramentas mentais do *bricoleur* são familiares, gastas, confortáveis e com elas pode-se melhorar as construções mentais e tornar-se cada vez mais um melhor *bricoleur*, ou seja, aumentar a capacidade de aprendizagem do aprendiz.

Na cozinha, fazemos matemática como um *bricoleur*, uma vez que a matemática está em conexão com outra atividade que fornece a sacola de truques e ferramentas. Nesse ambiente, as manipulações matemáticas não são distintas das manipulações culinárias. Ao se deparar com um problema de frações, como acrescentar $2 \frac{1}{2}$ xícaras de farinha ou preparar apenas $\frac{2}{3}$ de uma receita, o

cozinheiro não deixa a sua atividade e se volta para a matemática formal e seus algoritmos para calcular. Assim, este é um contexto natural para aprender, porque tal aprendizagem se dá por meio da participação em outras atividades além da matemática.

No construcionismo, Papert dá posição de destaque ao computador, pois ele aumenta de modo significativo as oportunidades de engajamento do sujeito na atividade, como faz um *bricoleur*. O conhecimento sempre esteve fortemente ligado ao meio escrito, que favorecia uma epistemologia baseada em proposições. A informática pode trazer meios novos e bem mais dinâmicos, capazes de favorecer a *bricolage* e o pensamento concreto.

Com a introdução do computador na educação, os paradigmas que visam a transmissão e a construção de conhecimentos podem ser identificados nas diversas formas de utilização desta tecnologia.

De um lado temos os velhos métodos de ensino sendo informatizados, transformando o computador em uma máquina para ensinar com base na crença de que há meios de se aumentar a aprendizagem pela sofisticação da instrução. São disponíveis atualmente softwares (como tutoriais, jogos ou do tipo exercício-e-prática) para passar informações prontas ao aluno, caracterizando o paradigma instrucionista.

De outro lado, Papert dedica-se a desenvolver recursos computacionais que, ao invés de transmitir informações, podem ser manipulados em várias direções como um “conjunto de construção”. O autor tem por objetivo oferecer uma ferramenta adequada à aplicação dos princípios construcionistas na educação, propiciando ao aluno um ambiente de aprendizagem em que este pode aprender como obter novos conhecimentos com a maior autonomia possível, mantendo-se no controle do seu processo de aprendizagem.

1.3.1 A Linguagem Computacional Logo

Após 4 anos de trabalho no Centro de Epistemologia Genética em Genebra, Papert foi chamado para ser professor de matemática no MIT - Massachusetts Institute of Technology, onde entrou em contato com os

modernos computadores da época. Passou horas “brincando” e descobrindo o que podia ser feito com estas máquinas. “Foi nesta situação”, diz Papert (1994), “que pensei sobre computadores e crianças. Eu estava brincando como uma criança e experimentando uma vulcânica explosão de criatividade. Por que o computador não poderia proporcionar a uma criança o mesmo tipo de experiência? Por que uma criança não poderia brincar como eu? O que teríamos que fazer para tornar isso possível?” (p. 36). Decidiu-se, então, por “roubar” a tecnologia dos laboratórios e colocá-la nas mãos infantis, para que as crianças também pudessem usufruir e se beneficiar de uma experiência como a sua, rica em aprendizagem e criatividade.

Assim nasceu a linguagem computacional Logo, criada para fins educacionais e com preocupações especiais acerca da aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo.

Com o objetivo de proporcionar um material rico para construir coisas, Papert desenvolveu um ambiente computacional fecundo em possibilidades, para permitir a produção de trabalhos gráficos, músicas, textos e que também pode controlar artefatos montados pelo usuário fora do computador. O programa computacional utilizado para tais realizações também é um objeto manipulável construído pelo sujeito.

A arquitetura computacional de Logo é coerente com os objetivos dos sistemas abertos de ensino e com os princípios construtivistas. Ao invés de submeter o usuário a programas prontos, o estimula a criar seus próprios programas, permitindo-lhe que escolha suas estratégias de ação segundo seu nível de compreensão, preferências e estilo cognitivo. Logo valoriza tanto o objeto como a atividade do sujeito num processo interativo que pode levar a uma reestruturação contínua e progressiva do pensamento. Em um modelo de ensino aberto, essa linguagem computacional é valorizada por permitir uma aplicação dos conhecimentos do aluno a um conjunto cada vez mais amplo e variado de situações (Mantoan, 1995).

O ambiente de aprendizagem propiciado por Logo é um “micromundo”, um lugar onde certos tipos de pensamentos podem “brotar” e se desenvolver. Suas

propriedades podem ser exploradas (com seu próprio grupo de suposições e restrições), sem sofrer a perturbação de questões externas. Isto porque os programas computacionais podem comportar-se exatamente como são previstos e podem ser combinados em sistemas complexos, permitindo a realização de projetos sem as limitações ininteligíveis que a matéria e as pessoas apresentam (Papert, 1985).

Em seu nível básico, Logo oferece um ambiente gráfico. É o acesso mais simples a esta linguagem de programação, em que os comandos são termos utilizados na linguagem do dia a dia. Tais características proporcionam uma possibilidade de relacionamento quase imediato das crianças com a linguagem Logo.

O ambiente gráfico de Logo utiliza-se de um cursor que representa uma tartaruga e, em muitas versões atuais, tem a aparência aproximada deste animal. Para Papert (1985), a idéia de uma tartaruga cibernética que habita na tela do computador “é boa para pensar”, tendo a função de ajudar a criança a construir conhecimentos complexos pela intermediação de um agente concreto.

Os comandos próprios desse ambiente constituem a “linguagem da tartaruga”. A tartaruga pode ser “pilotada” pela tela em qualquer direção, deixando um traço por onde passa. Pode ser ativada por quatro comandos básicos: “para frente” (ou pf) e “para trás” (pt) mudam a tartaruga de posição na tela; “para direita” (pd) e “para esquerda” (pe) mudam a tartaruga de direção. Estes comandos são acionados por um número qualquer, isto é, por um parâmetro, para indicar a quantidade de “passos” que a tartaruga deve andar ou o ângulo correspondente ao giro que muda sua direção na tela.

Para desenhar com a ferramenta Logo, a criança está lidando com conceitos espaciais adquiridos logo que começou a engatinhar, mas que permaneceram intuitivas. No entanto, ao comandar os movimentos da tartaruga, tais conceitos precisam ser explicitados, descritos por meio da linguagem computacional (Valente, 1993a). O conjunto de recursos empregados constituem a “geometria da tartaruga”.

A linguagem Logo tem também a característica de ser uma linguagem procedural, ou seja, podemos criar novos termos que poderão ser utilizados como comandos, pela definição de um procedimento a partir dos comandos primitivos. Este, por sua vez, pode ser utilizado na definição de outros procedimentos, em um processo multiplicativo.

A criança trabalha no “modo direto”, quando executa o seu desenho passo a passo, comando por comando, verificando o resultado na tela correspondente a cada um deles. No “modo de edição ou de programa”, a criança pode trabalhar na definição dos procedimentos que resultarão em novos comandos. Esta propriedade do Logo permite que se trabalhe na construção de um programa de maneira modular. Isto significa que o programador pode dividir o seu problema em partes, definir o procedimento para cada parte isoladamente, para depois uni-las e formar um programa completo. Para Papert (1994), dividir um problema em partes menores é uma estratégia importante para que o estudante aprenda e trabalhe com sucesso. Aprender a adotar tal princípio, segundo ele, significa “aprender a aprender”.

Há ainda algumas características da linguagem Logo que ampliam suas possibilidades e também aumentam o nível de dificuldade para o usuário do programa. Um desses recursos é a repetição, que se dá através do comando “repita” seguido do número de vezes de repetições e do conjunto de comandos a serem repetidos entre colchetes (lista). Assim, um quadrado pode ser programado do seguinte modo: repita 4 [pf 100 pd 90].

Desenhar por meio de uma linguagem de programação, segundo a metodologia construcionista, significa criar uma imagem gráfica usando noções de matemática, geometria, ortografia, lateralidade e outras, de maneira aplicada, não formalizada. É o “conhecimento em uso” de que fala Papert (1994), em que as noções abstratas da linguagem computacional são utilizados em uma atividade prática, ganhando significação para a criança. Ela estará adquirindo novos conhecimentos de maneira informal e natural, como aquela que as crianças utilizam para aprender a língua materna. A intenção da criança não está voltada para o emprego correto das palavras, com preocupações semiológicas e

sintáticas de usar as construções exatas. A motivação da criança é a de comunicar seus desejos e necessidades e de conseguir satisfazê-los. Com o passar do tempo, graças às perturbações que o meio social lhe impõe com relação à linguagem, a criança vai fazendo as regulações necessárias para tornar-se cada vez mais eficiente no uso desse sistema de comunicação.

Utilizando o ambiente gráfico do Logo, a criança permanecerá sempre ligada situações de natureza concreta. Por exemplo, a noção de quantidade envolvida nos números será desenvolvida por meio da associação entre um número e a distância percorrida pela tartaruga marcada por um traço na tela ("*feedback*" concreto ligado a esse número).

Os *feedbacks* concretos e imediatos na tela do computador levam o sujeito a auto-regular sua ação de programar. Para enfrentar o desafio de desenhar com Logo, o usuário tenta descrever a sua idéia mediante a linguagem computacional. Se o desenho resultante não corresponder àquilo que o programador tem em mente, este sofre um desequilíbrio. Como os comandos que utilizou estão registrados, ele pode refletir sobre suas ações e depurar o seu programa, atingindo a sua meta graças às regulações realizadas durante esse processo. Neste ponto, a ação do usuário pode resultar em novos conhecimentos sobre os conceitos em questão, por meio de verdadeiras reflexões (Valente, 1993b). O retorno da criança ao programa para depurá-lo, significa uma volta à sua própria maneira de pensar, possibilitando-lhe realizar metacognições, ou seja, permite que o sujeito raciocine sobre o seu próprio funcionamento cognitivo.

O conjunto de comandos e recursos de Logo permitem que o pensamento do seu usuário possa evoluir sem precisar fornecer respostas certas o tempo todo, podendo retroceder, fazer correções e mudar de caminho, mas avançando sempre em uma direção globalmente satisfatória. São ferramentas manipuláveis no estilo de trabalho cognitivo da *bricolage*, experimentando, improvisando, trocando de ferramentas até encontrar uma solução adequada.

Outra característica básica do Logo é possibilitar a realização de um projeto automotivado, respeitando o estilo intelectual do aprendiz, ao invés de submetê-lo ao tratamento homogêneo da aprendizagem tradicional. Toda criança

que utiliza esta linguagem computacional encontra um ambiente de aprendizagem em que pode satisfazer a sua curiosidade, pode construir o objeto de criação de sua escolha, utilizando os meios que é capaz de manusear, com um mínimo de frustração possível. A linguagem Logo configura um ambiente de aprendizagem que pode impulsionar o desenvolvimento cognitivo de todas as pessoas, quaisquer que sejam as suas peculiaridades, uma vez que elas próprias podem ter controle sobre a sua própria forma de raciocinar e sobre a validade das estratégias que utiliza.

1.4 Resolução de problemas e *design*

O ambiente de aprendizagem Logo, tal como descrito acima, tem sido caracterizado como um ambiente de resolução de problemas, em que o educando, em busca de soluções, escolhe estratégias, testa sua hipóteses e avalia os resultados conseguidos, refletindo sobre a sua ação inicial e depurando-a.

O *design* é uma alternativa à aplicação de Logo a situações pedagógicas, que não deixa de ser uma forma de resolução de problemas, mas possui algumas características distintivas que exigem ser aclaradas.

Em seu sentido tradicional, *design* é a concepção de um projeto ou modelo (Ferreira, 1995). Neste sentido, utiliza-se a palavra *design*, porque não há uma palavra portuguesa para designar o processo de se projetar alguma coisa.

Moraes (1997) conceitua *design* “como a tecnologia projetual que objetiva o desenvolvimento de produtos, com uma configuração definida, para a fabricação industrial em pequena ou grande série, considerando questões de uso, significação, desempenho, funcionamento, custo, produção, comercialização, mercado, qualidade formal e estética, impacto ambiental, urbano e ecológico” (p.63).

Segundo Azevedo (1994) o ser humano está sempre planejando algo e pensando em novas possibilidades para o futuro. Para este autor, *design* é projetar, o que significa levar em consideração as ferramentas que são utilizadas para a execução de uma idéia.

Ao projetar, “o *designer* coteja requisitos e restrições, gera e seleciona alternativas, define e hierarquiza critérios de avaliação e engenha um produto” para a satisfação de necessidades humanas (Moraes, 1997).

Munari (1993) esclarece que o *designer* trabalha para o usuário do objeto que projeta, visando melhorar suas condições de vida e favorecer a transformação da sua relação com o mundo da estética. Considera, ao mesmo tempo, que importância dar aos elementos do objeto a projetar pelo valor psicológico que terão sobre o comprador na hora da compra. A forma dada ao objeto deve, ainda, ser a mais coerente possível com as suas funções, sugerida pelo aspecto mecânico, material mais adequado, técnicas de produção mais modernas, menores custos e outros. Tendo em conta que a vida se transforma, as técnicas mudam, surgem novos materiais, a concepção mais objetiva e natural do objeto segundo os critérios mencionados, não será definitiva e o problema da forma do objeto põe-se a cada inovação.

Considerando estas noções sobre *design* e sobre o método de trabalho de um *designer*, em sua concepção convencional, gostaríamos de ressaltar algumas características desta atividade que podem ajudar a compreender o que significa *design* como uma metodologia de trabalho com Logo.

Em primeiro lugar, projetar como um *designer* é uma atividade intencional que visa chegar a um produto que, neste caso, é o projeto de um objeto. Em segundo lugar, a idéia do objeto não é totalmente conhecida antes do final da atividade, que é justamente a de criá-lo, projetá-lo. A dinâmica de tal atividade se constitui na combinação contínua de diversas variáveis até que todas se ajustem mutuamente, emergindo desse processo, a configuração final do objeto.

Para melhor compreensão do que é um ambiente de *design* em uma situação pedagógica, examinaremos em primeiro lugar o que entendemos por um ambiente de resolução de problemas. Este se diferencia do *design*, porque o problema tem objetivos bem definidos ao ser proposto e ao mesmo corresponde uma única solução. As estratégias para se chegar à solução são reduzidas ou seguem-se regras precisas como no caso de um algoritmo.

Se pedirmos à uma criança que faça uma fila de carrinhos no chão, com o mesmo tamanho da perna de uma determinada mesa e sem usar uma régua ou qualquer outro objeto que esteja ao redor (a dificuldade está em comparar as duas medidas em planos diferentes), a criança conhece exatamente qual é o seu problema e sabe qual é o seu objetivo final desde o início. Sua saída é utilizar o próprio corpo como instrumento de comparação das medidas. Pode usar sua própria perna para marcar a altura da perna da mesa e depois sentar-se no chão para comparar com a fila de carrinhos. E o resultado só pode ser um, que é a fila de carrinhos do comprimento marcado em sua perna.

O diferenciador principal entre o *design* e uma atividade de resolução de problemas é a imprecisão na estruturação dos objetivos do problema a ser resolvido, que devem ser encontrados no decorrer do processo do trabalho do designer. O problema ou a idéia do produto final é vaga e vai se transformando à medida que a atividade avança. No *design*, não há uma resposta certa ou errada, as soluções podem variar em função das limitações e interesses individuais. As estratégias se multiplicam na experimentação dos materiais de diversas maneiras, tirando vantagem do inesperado, variando os níveis de descrição do problema e trabalhando com o problema interativamente (Valente e Canhette, 1993).

Ao solicitarmos à uma criança que monte algo com blocos, papéis coloridos, bonecos e animais de plástico, ela poderá ter inicialmente a idéia de fazer um zoológico. Ao interagir com o material, separando os animais, ela nota que não há muitos animais ferozes, e então acha mais adequado montar uma fazenda. O seu objetivo é mutante e vai se delineando aos poucos, pois, a seguir, irá decidir, um a um, onde ficará a casa, o estábulo, o pasto, o galinheiro, à medida que agrupa os bonecos e animais e vai sentindo a necessidade de um lugar específico para cada um deles. Os resultados podem variar muito de criança para criança, assim como a maneira de cada uma proceder até chegar à forma final.

A criança geralmente está entretida em um processo de *design* quando está brincando e está mergulhada numa atividade de resolução de problemas quando se trata de uma atividade escolar. Esta é uma atividade mais estruturada,

que permite uma maior previsão do professor acerca dos conteúdos que serão abordados e maior controle da aprendizagem. Já o *design* se distingue pelo seu caráter desestruturado, pela sua imprevisibilidade, pela diversidade de conteúdos e variáveis coexistindo numa mesma atividade, e transfere o controle da aprendizagem de maneira mais radical para as mãos do aluno.

A situação de resolução de problemas, como tem os objetivos bem definidos, dá melhores condições para a depuração, caso haja algum desvio do objetivo. É muito mais simples encontrar a causa de tal desvio e fazer a mudança que tornará melhor o resultado. No caso do *design*, a ausência de uma descrição precisa do problema e seus objetivos torna a depuração bem mais difícil, se o resultado não satisfaz as expectativas (Valente e Canhette, 1993).

No entanto, o *design* é a situação que se identifica mais com as atividades do dia a dia, muito especialmente com a atividade espontânea da criança, com seus jogos e brincadeiras. Bettelheim, citado por Wasserman (1990), observa que enquanto brincam, as crianças aprendem a investigar, a explorar livremente os materiais, a levantar e testar suas hipóteses, a encontrar meios para conseguir respostas e informações. Sua atividade não tem como único objetivo o sucesso, como costuma ocorrer com as atividades escolares, então elas aprendem a não desistir de seus objetivos e a persistir em seus esforços, sem medo do fracasso.

Segundo Wasserman (1990), as atividades lúdicas contribuem para o desenvolvimento da criatividade e flexibilidade da criança, mas de modo muito especial desenvolvem a auto-estima e a confiança em si próprias. A criança quer e procura enfrentar desafios que sejam significativos para ela. Quando ela tem oportunidade de se envolver ativamente na busca por soluções para uma determinada situação e obtém os resultados desejados, o seu senso de poder pessoal cresce. Enquanto brinca, os desafios que a criança enfrenta se atualizam à medida que seus interesses se movem de um objetivo para outro.

Ora, segundo Piaget (1964), o interesse é a força que mobiliza o sujeito para a ação construtora de novos conhecimentos, resultando na indissociação da cognição e da afetividade. Ao brincar, a criança está aprendendo informalmente uma grande quantidade de dados novos, uma vez que é guiada pelo seu interesse

todo o tempo. É esta habilidade natural de aprendizagem que Papert (1994) valoriza, para que seus princípios sejam apreendidos e utilizados na escola.

As escolas que adotam um sistema aberto de ensino, privilegiam as atividades lúdicas e que se desenrolam segundo as características do *design*. No caso, o professor organiza situações e fornece materiais que possam levar a criança a lidar com determinados conceitos e habilidades, porém não dirige a atividade, não exige que o aluno chegue a um determinado resultado e não faz avaliações que indiquem sucesso ou fracasso, erro ou acerto. Ao contrário, o aluno conduz a situação conforme os seus interesses e é levado a avaliá-la, momento em que pode ser solicitada a sua reflexão.

Na perspectiva piagetiana, como o progresso cognitivo está intimamente ligado ao progresso afetivo e social, as conquistas em um destes aspectos têm repercussões sobre os demais. Um exemplo disto nas relações sociais é que a criança torna-se capaz de cooperar quando já não confunde o seu próprio ponto de vista com o dos outros. Mas esta conquista intelectual, de coordenar diferentes pontos de vista, se desenvolve graças às interações sociais. É no seio destas interações que a criança encontra objeções às suas crenças, de início tidas como certas, pois a criança é levada a enfrentar discussões que desestabilizam suas convicções anteriores. Quando a discussão se transforma em uma conduta interiorizada, na forma da reflexão, a criança está aplicando a si próprias condutas adquiridas em função dos outros.

Ao mesmo tempo, no campo afetivo, a criança alcança a autonomia, passando do respeito unilateral, quando o critério do bem é a vontade dos pais, para o respeito mútuo e um senso próprio de justiça. Os interesses, sempre mutáveis de acordo com a atividade em curso, alcançam, graças a regulações contínuas, seu equilíbrio final na organização da vontade, que consiste em fazer valer uma tendência mais fraca sobre uma mais forte - um dever sobre um prazer, por exemplo (Piaget, 1964).

Assim, a ludicidade permitida pela situação de *design* parece ser mais compatível com as fases iniciais de desenvolvimento da criança, em que o interesse é mais flutuante. Desta forma, o aluno estará sendo preparado para

enfrentar situações mais controladas, como a resolução de problemas, quando isto for necessário. Bruner, citado por Wassermann (1990, p.29) corrobora esta idéia ao confirmar as vantagens das atividades lúdicas:

"Está provado que, se fornecermos às crianças materiais com os quais elas possam brincar, e que irão, mais tarde, utilizar para dar cumprimento a uma tarefa em que lhes seja pedido que resolvam um problema, os resultados por elas obtidos são muito superiores aos conseguidos por crianças que se familiarizaram com os materiais de maneiras diversas... As crianças habituadas a este tipo de jogos idealizam mais hipóteses e têm maior facilidade em rejeitar aquelas que se lhe afiguram erradas. Parecem sentir uma menor frustração e menos dificuldades"

Em Logo, podemos nos aproximar tanto da condição de resolução de problemas quanto da situação de *design* quando programamos. Entre outras propostas que implicam a resolução de problemas, a criança pode estar envolvida em um desenho. Antes de executá-lo no computador, ela desenha no papel como quer que ele seja. Uma vez traçado, este desenho passa a ser o seu problema, para o qual a criança deverá encontrar meios de implementá-lo na tela do computador, mediante a linguagem computacional. Os caminhos para chegar ao resultado final são variados, mas o resultado deve ser semelhante ao desenho executado no papel. Assim, o objeto a ser construído é conhecido desde o início, o problema está bem definido e a solução esperada é uma só, sendo que as estratégias possíveis se limitam às que possam chegar à esta solução.

Já na situação de *design*, mesmo que a criança tenha um desenho a seguir, ela fica livre para modificar a sua configuração, seguindo novas idéias que surgem durante o processo. Da mesma maneira como faz para desenhar no papel, ela pode explorar as possibilidades da ferramenta que está utilizando e atualizar as sugestões que brotam desta atividade exploratória e da própria construção do seu desenho.

Neste caso, a criança tem sempre um problema diante de si, mas que é um problema localizado, cuja solução obtida pode alterar a visão que a criança tem do problema mais geral e ajudá-la a determinar a idéia que será transformada no desafio subsequente.

A atividade de programar em Logo é compatível com os sistemas abertos de ensino, quer se trabalhe na situação de resolução de problemas ou no *design*. Entretanto, o *design* pode ser considerado uma metodologia mais flexível em que o sujeito tem mais liberdade de guiar-se por seus interesses e pode controlar os desafios que quer enfrentar durante todo o processo. Qualquer projeto gráfico construído em Logo numa situação de *design* atinge mais amplamente as possibilidades de desenvolvimento de significações nele envolvidas, valorizando toda a gama interdisciplinar que a linguagem oferece, porque as possibilidades de interação com Logo tornam-se mais amplas, como veremos no decorrer deste estudo.

CAPÍTULO 2

Questões, Objetivos e Métodos

2.1 As questões com que nos defrontamos

Este estudo foi inteiramente realizado em escolas da rede de ensino público da Prefeitura Municipal de Valinhos/SP. Iniciou-se no Serviço Municipal de Educação Especial – Projeto (Re) Integrar e, após a extinção deste, em 1998, prosseguimos nosso trabalho na EMEF Vale Verde, do mesmo município.

Em 1995, conhecemos a linguagem computacional Logo. Fizemos um curso no Núcleo de Informática Aplicada à Educação – NIED/UNICAMP, em que nos foi dada a oportunidade de aprender a programar em Logo, enquanto conhecíamos os fundamentos teóricos de sua aplicação em educação. O curso deu forte ênfase ao desenvolvimento cognitivo.

Tínhamos então o olhar voltado para a informática e estávamos em busca de novidades que pudessem ser utilizadas em Educação Artística e que facilitassem o acesso de pessoas com deficiência à expressão e comunicação artísticas.

A partir do contato inicial com Logo, procuramos paulatinamente extrair as qualidades que essa linguagem possui para favorecer a criatividade artística. Buscávamos como utilizar essas qualidades, sem deixar de lado as que se relacionam ao desenvolvimento intelectual dos seus usuários, conforme foram apontadas durante o curso e em leituras posteriores. Nossas dúvidas iniciais foram se transformando na certeza de que poderíamos trabalhar harmoniosamente com a criação gráfica e o desenvolvimento do aspecto cognitivo dos usuários de Logo.

Em 1996, tivemos um breve contato com algumas crianças com doenças crônicas do sangue, no extinto Centro Integrado de Pesquisa Oncohematológica da Infância - CIPOI/UNICAMP. Nesta ocasião começamos a testar algumas

hipóteses relacionadas à utilização de Logo para produzir desenhos. Procurávamos uma maneira de fazer com que, a partir dos recursos da linguagem, as crianças desenhassem o que quisessem, lidando com o inesperado e adaptando suas idéias aos resultados que fossem conseguindo. Ao mesmo tempo, elas exercitavam a sua compreensão e capacidade de programar com essa linguagem computacional. Por exemplo, usando mais de uma tartaruga (cursor), a criança conseguia alguns efeitos gráficos aleatoriamente. Procurava, a seguir, uma imagem reconhecível ou o pedaço de uma imagem naqueles traços e, então, completava esse desenho, desta vez usando a linguagem de uma maneira mais consciente, pois tinha um objetivo melhor definido.

No mesmo ano, passamos a integrar a equipe de professores do Serviço Municipal de Educação Especial - Projeto (Re) Integrar, onde começamos a usar regularmente o computador com as crianças do projeto referido.

O Projeto (Re) Integrar vinha realizando um valioso trabalho com alunos que tinham dificuldades para se inserir nas escolas da rede pública da cidade. A equipe do Projeto se dedicava ao desenvolvimento cognitivo e à autonomia moral desses alunos, para que pudessem ser reintegrados às suas escolas de origem ou, se isto não fosse possível, recebessem outro encaminhamento mais adequado. O uso da linguagem computacional Logo entre as atividades das crianças foi inserido com vistas a contribuir para que estes objetivos fossem atingidos.

No conjunto das atividades do Projeto (Re) Integrar, durante o período de 1996-1997, lidamos com crianças muito diferentes umas das outras, cada qual com sua peculiaridade ou dificuldade no aprender. Havia crianças apáticas, hiperativas, alunos que buscavam satisfazer sua curiosidade e também aqueles que tinham medo de experimentar e errar. Algumas crianças apresentavam apenas dificuldades circunstanciais para aprender e outras tinham algum comprometimento mental real. Encontramos também alunos que, estando ou não absolutamente aptos para aprender qualquer conteúdo escolar, eram indisciplinados, difíceis de serem controlados socialmente pelo professor,

atrapalhando a turma. Tínhamos crianças que se recusavam a dar qualquer resposta positiva no trabalho escolar, mas que, ao nosso ver, não tinham dificuldades de vida prática fora das aulas (em brincadeiras e jogos, em negociações com os colegas, ao fazer compras, ao se locomoverem pela cidade) e trabalhavam de maneira lógica e organizada no computador, adquirindo e utilizando conhecimentos novos com muita rapidez. Também encontramos quem tivesse problemas visíveis de baixa auto-estima, com dificuldade para valorizar o que eram capazes de fazer na escola. Havia ainda crianças que mal conheciam as letras e as que já estavam adiantadas no processo de construção da escrita. Algumas tentavam compreender o significado dos números, enquanto outros colegas podiam até fazer algumas operações, quando solicitados.

No final de 1997, o Projeto (Re) Integrar se extinguiu, pois a política educacional da Secretaria de Educação de Valinhos definiu-se pela educação inclusiva. Em 1998, trabalhamos mais algum tempo em uma escola regular, com crianças de 3ª e 4ª séries de ensino fundamental da mesma rede.

Muitas questões nos surgiram, logo de início, ao trabalhar o desenho em Logo com essas crianças. Não sabíamos se elas se interessariam por algo que parecia tão complexo, se conseguiriam manter-se motivadas até o fim da atividade e se não perderiam o gosto natural por desenhar, em virtude das dificuldades e da lentidão que a linguagem computacional impunha à criação dos desenhos. Queríamos também saber como seria essa produção gráfica, se as crianças tentariam fazer coisas similares às que desenhavam à mão ou se mudariam as características dessa produção em função da ferramenta que estariam utilizando.

Pouco a pouco, esses alunos foram se revelando. Sem conhecimento prévio da linguagem Logo, foi do contato inicialmente tímido de alguns deles com o computador que foram aparecendo os primeiros resultados na tela, sob o olhar curioso de outros colegas. Logo a maioria das crianças da escola queria experimentar essa nova maneira de desenhar. Os desenhos de uns eram conhecidos dos outros, que muitas vezes queriam aproveitar a idéia de um colega

ou fazer algo novo, ainda mais interessante para exhibir. E assim, as crianças nos mostraram que se interessavam por Logo como ferramenta para desenhar.

Os alunos tinham liberdade para escolher o seu próprio método de trabalho. Após escolherem o tema para o desenho ou os recursos da linguagem computacional que gostariam de experimentar, alguns sentiam necessidade de ter um esboço para se basear e outros desenhavam diretamente no computador. De qualquer modo, procurávamos apoiá-los para que o trabalho de cada um resultasse em um produto que os satisfizesse, que sustentasse suas motivações o tempo necessário para atingir um resultado do agrado de cada um e que evoluísse o máximo possível a partir das idéias iniciais desses alunos.

O comportamento da maioria das crianças diante dos desafios da linguagem Logo chamou-nos a atenção, por apontarem um caminho diferente daquele que normalmente se observa quando os alunos trabalham com base em projetos gráficos em uma situação de resolução de problemas. Quando se trabalha nesta situação, o desenho já está definido antes da atividade ser realizada no computador e pouco ou nada evolui em sua configuração geral. Nossas crianças, ao trabalharem livremente, quase sempre modificavam suas idéias iniciais, esboçadas no papel ou expressadas de alguma outra forma, desenvolvendo um *design*.

Sabemos que o método de resolução de problemas é o preferido por muitos que utilizam Logo para fins educacionais. Esta escolha se deve ao fato de que esse método envolve a definição clara dos objetivos a serem atingidos para que o sujeito tenha sucesso no seu projeto, facilitando a identificação de metas não atingidas e levando-o a proceder às depurações necessárias para esse fim. Sabemos que a resolução de problemas incrementa o raciocínio e possibilita um número maior de reflexões e de tomadas de consciência, que estimulam o desenvolvimento cognitivo do usuário de Logo do ponto de vista lógico-matemático. Ao desenharem na tela à partir desse método, as crianças dedicam-se principalmente à programação e às dificuldades lógico-matemáticas dela advindas, para implementar o desenho já definido anteriormente. Ficam em

segundo plano os problemas relativos à concepção do desenho propriamente dito.

Segundo a filosofia construcionista, as noções abstratas devem ser trabalhadas preferencialmente no momento em que a criança está construindo alguma coisa que ela idealiza. Esta construção é concreta e significativa para ela, de tal forma que ela manipule as noções como “conhecimento em uso”, como ferramentas mentais para experimentar e adaptar até conseguir o que deseja.

Na resolução de problemas a atividade resulta em um produto gráfico concreto na tela do computador, mas a atividade mental do sujeito que a produziu concentrou-se sobre os meios e não sobre o objeto principal da construção, ou seja, aquilo que concretamente o usuário quis produzir.

Mas qual seria a motivação principal da criança ao desenhar em Logo, programar ou fazer um desenho?

Papert (1994), ao tentar fazer as crianças gostarem de matemática e de programar, utilizando habilidades superiores de pensamento, observou que muitas atividades eram possíveis de serem realizadas por elas, mas permaneciam no nível de tarefas e em marcante contraste com a forma como realizavam desenhos. Estes eram espontâneos, porque faziam parte da vida das crianças e estavam profundamente enraizados em sua cultura.

Se a criança não está mais envolvida na concepção de um desenho, porque já concretizou-o no papel, ela permanecerá motivada a executá-lo na tela?

Ora, as crianças estão mais habituadas a desenhar do que a programar e muitas podem se sentir desencorajadas diante de algum problema de programação. Não tendo mais no desenho o desafio que as mantém programando, que lhes sustenta o interesse, pois já está executado no papel, podem abandonar o projeto em Logo, como algumas vezes acontece. Programar pode ser muito interessante para o desenvolvimento da criança, se esta atividade for efetivamente significativa para ela.

Quando a criança desenha com Logo, ela está fazendo uso de dois sistemas de representação. Para Fagundes (1986), os “micromundos” Logo definem um campo representativo, uma vez que não se trata de apenas uma simples representação. Nem a representação se limita ao simbolismo das instruções que constituem o programa, nem se limitam às representações através da palavra ou do desenho. “As instruções com sequências de comandos representam os procedimentos pelos quais aquelas representações são geradas. É representado também o procedimento de representar” (p.121).

Os dois sistemas de representação, a linguagem gráfica e a computacional, têm naturezas bem diversas entre si, mas ambos podem trazer contribuições importantes ao desenvolvimento da criança. Da mesma forma que o programa computacional, o desenho também apresenta o seu percurso genético, desafiando igualmente o sujeito com constantes desequilíbrios e exigindo deste regulações cognitivas para ultrapassá-los. É uma atividade que dá ampla liberdade de ação ao sujeito, para engendrar uma construção cognitiva que o leva a perceber, observar e compreender a realidade, enquanto busca meios para expressar e comunicar as idéias e vivências dela extraídas.

Sob este ponto de vista, Pillar (1996) refere-se a autores como Freeman (1980) e Korzenik (1977), que tratam o desenho infantil sob uma perspectiva construtivista e abordam-no como uma situação-problema que a criança tem que resolver. Primeiramente, a criança define um problema para depois criar soluções apropriadas para solucioná-lo. As transformações no desenho indicam que a criança mudou sua compreensão dos problemas envolvidos no mesmo.

A experiência de aprendizagem do desenho, implica um ajuste progressivo entre a representação mental e a simbolização gráfica, em função da habilidade motora do sujeito, da construção da imagem mental do objeto e da eleição de determinada figura como símbolo (Fortuny y Boladeras, 1995). Em outras palavras, para desenhar um objeto, a criança precisa primeiro criá-lo no pensamento. Ao comparar a idéia que tinha com os resultados conseguidos e constatar que não coincidem, a criança entra em conflito e testa novas

possibilidades. Por meio de sucessivos momentos de tomada de consciência, ela vai encontrando formas mais adequadas para expressar o objeto, diferenciando-as progressivamente e integrando os vários elementos que o compõe. A variação de seu repertório gráfico vai conduzindo a criança à necessidade de expressar uma idéia que ultrapasse o objeto em si, levando-a a estabelecer relações entre alguns deles em um só desenho.

A criança precisa, portanto, enfrentar o problema da reconstrução do objeto num plano, de vários objetos coexistindo no mesmo espaço deste plano e ainda as dificuldades de colocar num mesmo plano coisas que são percebidas em planos diferentes no mundo real. Assim, a criança vai fazendo regulações, buscando solucionar problemas de organização do espaço no papel.

Segundo Fortuny y Boladeras (1995), o pensamento progride à medida que a realidade é representada e os instrumentos simbólicos para expressá-la são elaborados. O pensamento funciona mediante representações. Como estas necessitam ser expressadas, “os sistemas simbólicos são os que permitem à pessoa explorar a realidade no momento que a representa” (p.135).

Considerando que a construção do desenho poderia ser uma forma de tornar a atividade de programar em Logo uma alternativa de trabalho atraente às crianças que não são facilmente “seduzidas” por esta linguagem, seria o *design* uma abordagem que permitiria manter o interesse em programar, de modo que a criança trabalhasse ativamente com os dois sistemas de representação articulados de fato?

Poderíamos questionar se a atividade de programar centrada na construção-criação do desenho, respeitando a maneira como a criança o concebe e o significado que este assume para ela, levará a criança a enfrentar desafios importantes ao programar em Logo. Em outras palavras, diante da liberdade de ação que o *design* proporciona, a criança buscará na linguagem soluções para esses desafios, ou acomodará sempre o problema com o qual está lidando às competências que ela já tem? Irá procurar, com ou sem a ajuda de um professor,

os recursos que estiverem dentro das suas possibilidades de compreensão e que poderão realizar o seu intento?

De qualquer modo, mesmo que a criança se limite a reconstituir ações já realizadas, ela fará novas coordenações dessas ações, ampliando e fortalecendo os esquemas que já possui, o que já constitui um progresso. Além disso, o professor poderá colocar constantemente à disposição da criança novos recursos, mostrar-lhe novas possibilidades de utilização da ferramenta, com o objetivo de aprofundar os seus conhecimentos de programação em Logo, assim como ajudá-la a incrementar o desenvolvimento de outras idéias para aplicar às suas criações gráficas.

Ao programar, as situações que mantém a criança na construção ativa do desenho acrescentam uma nova dimensão à observação e à compreensão das peculiaridades e capacidades adaptativas desse indivíduo, uma vez que a articulação do processo construtivo sobre os dois sistemas representacionais envolvidos, criam situações que não existiriam se as linguagens fossem trabalhadas isoladamente. Nas situações referidas, percebem-se equilibrações locais, ou seja, produtos que derivam de adaptações cognitivas de natureza microgenética (Inhelder & Caprona, 1996). Estas equilibrações podem ocorrer tanto na construção do desenho quanto no uso da linguagem computacional, como podem ser engendradas pela interação entre esses dois sistemas de representação.

Quando o trabalho de desenhar em Logo permite que a atuação construtiva do usuário “navegue” livremente entre esses dois sistemas, ele tem a oportunidade de evoluir na elaboração de novos sentidos ou significações em ambos os sistemas, ao invés de avançar somente na programação, ou melhor, na representação computacional.

Finalmente, consideramos de interesse educacional conhecer o efeito que Logo pode ter sobre a concepção dos desenhos infantis, pois propicia a criação de formas que são diferentes daquelas que normalmente se consegue com outros instrumentos, como lápis, papel, pincel, tintas.

Por outro lado, é igualmente interessante conhecer como o aparecimento de configurações gráficas inusitadas interfere no enfrentamento dos problemas de programação.

Se fôssemos resumir em uma única questão todas as demais que motivaram este trabalho, diríamos que nosso ponto de partida foi saber até que ponto as crianças seriam capazes de desenhar programando. Mas, se o fariam sem perder a criatividade e avançando cognitivamente em um ambiente de liberdade de ação e expressão, a despeito de todas restrições e consignas impostas pela interação de duas linguagens diferentes – uma lógica e outra intuitiva/expressiva.

2.2 Objetivos

Assim sendo, definimos como objetivos deste estudo conhecer o processo de criação de desenhos no ambiente gráfico Logo e identificar as condutas adaptativas do desenhista em uma situação de design.

Queremos mais especificamente:

- Identificar a maneira como interagem o desenho e a linguagem computacional Logo, como sistemas de representação distintos e o papel desta interação no desenvolvimento de processos criativos.
- Verificar como a linguagem Logo pode ser a estruturante de um projeto e como uma planificação pode ser reestruturada a partir da linguagem.
- Conhecer como a criança se comporta no enfrentamento de desafios do desenho e da programação, ao desenvolver um projeto em Logo ou trabalhando livremente com essa ferramenta computacional.
- Averiguar em que diferem as produções gráficas quando desenvolvidas por atividades de *design* e de resolução de problemas e que benefícios as crianças auferem a partir de cada uma delas.

2.3 Como atuamos com as crianças

Nesta pesquisa colocamos as crianças frente a uma situação completamente nova, em que se defrontaram com uma série de problemas, ao mesmo tempo em que tiveram oportunidade de lidar de uma forma diferente com a aprendizagem, aumentando a sua consciência de como desenvolver estratégias para atuar com criatividade e para solucionar problemas diante de novos desafios.

Trabalhamos com 28 crianças matriculadas, em 1997, no Serviço Municipal de Educação Especial – Projeto (Re) Integrar, do município de Valinhos. Estas crianças tinham entre 8 e 13 anos de idade e estavam temporariamente afastadas das escolas das redes municipal e estadual por motivos diversos, como deficiência física ou mental, dificuldades de aprendizagem ou distúrbios de comportamento.

Seis dessas crianças tiveram trabalhos selecionados para integrarem este estudo, por serem representativos para os temas em discussão.

No segundo semestre de 1998, foram sorteadas 12 crianças de 3ª e 4ª séries da EMEF Vale Verde, entre 9 e 13 anos, sendo que apenas oito delas freqüentaram as sessões com regularidade até o final do semestre. Aproveitamos o trabalho de três destas crianças para a discussão que apresentamos neste estudo.

Os sujeitos do Projeto (Re) Integrar foram atendidos individualmente e apenas em algumas poucas sessões experimentamos o atendimento em duplas. Como algumas crianças eram muito retraídas ou havia muita discrepância entre elas quanto às habilidades e nível de desenvolvimento cognitivo, optamos pelo atendimento exclusivamente individual.

No (Re) Integrar não pudemos oferecer um atendimento regular aos nossos sujeitos, embora estivessem previstas sessões semanais para alguns alunos. Porém, todas as crianças da escola que queriam fazer um desenho no computador eram atendidas na medida do possível, e as mais interessadas eram

convidadas outras vezes para trabalhar no computador, o que também dependia da agenda das demais atividades da escola. A duração das sessões também era bastante flexível, variando entre 40 a 80 minutos, dependendo do grau de envolvimento da criança no trabalho: terminavam quando chegava a hora do lanche, a hora de ir para casa ou quando a criança se cansava e preferia voltar para a classe.

Na EMEF Vale Verde, trabalhamos individualmente com quatro crianças e formamos quatro duplas, das quais apenas uma chegou até o final do semestre sem que uma das crianças desistisse. Nessa escola, todos foram atendidos em sessões semanais de uma hora de duração.

A maioria dos desenhos escolhidos para a discussão deste estudo foram desenvolvidos em uma só sessão, salvo os casos indicados na apresentação dos mesmos. Em todos os trabalhos utilizamos o *software* SLogoW – Super Logo para Windows.

Os registros de cada sessão com as crianças foram feitos após cada um dos encontros, anotando-se os dados referentes à observação direta do desempenho do sujeito durante as atividades, assim como as intervenções do pesquisador. Os desenhos foram gravados e impressos, e os procedimentos de programação em Logo também foram registrados, sempre que possível.

Muitas das sessões ocorridas na EMEF Vale Verde foram gravadas em vídeo e algumas em fita cassete para que tivéssemos um registro mais fidedigno das reações das crianças, das intervenções do pesquisador e de algumas entrevistas não-diretivas que ocorreram em momentos diversos do desenvolvimento do trabalho com as crianças.

Foram desenvolvidas atividades visando:

a) ao desenvolvimento dos conceitos envolvidos na linguagem computacional Logo

- imitar a movimentação da tartaruga sobre desenhos feitos sobre o piso com giz, barbante ou fita adesiva; também foi usada uma tartaruga em miniatura para estudar os movimentos que ela deveria fazer na tela;

- manipular materiais, como palitos, para perceber como a alternância dos deslocamentos e dos giros da tartaruga podem produzir traçados que a criança não sabia como fazer, especialmente as linhas curvas;

- utilizar pequenos programas previamente preparados em Logo, para desafiar o aluno a compreender seu funcionamento e a construir outros procedimentos utilizando a mesma estrutura;

- quando necessário, utilizamos programas simplificados do Logo, para diminuir a quantidade e dificuldade das noções envolvidas na programação, com a finalidade de tornar esta ferramenta mais amigável à criança.

b) ao desenvolvimento de idéias relativas ao processo de desenhar no computador

- desenhar no papel, a partir de temas escolhidos; fazer colagens com tiras e figuras geométricas; fazer desenhos com palitos de fósforo; ler ou criar uma história; folhear livros em busca de um tema; observar figuras com objetos diversos, roupas, tapetes, almofadas e outros que pudessem sugerir temas para trabalhar com Logo; apreciar trabalhos de outras crianças e desenvolver quaisquer outras atividades que pudessem ajudar a desencadear um processo de trabalho criativo no computador;

- utilizar programas previamente preparados em Logo ou criar pequenas seqüências que pudessem ser o ponto de partida para uma atividade no computador, de modo a permitir a exploração de outras possibilidades de criação gráfica, diferentes das já conhecidas.

A intervenção se norteou pelos seguintes princípios:

- deixar a criança livre para escolher a sua temática e a sua metodologia de trabalho, segundo sua preferências e estilo pessoal. Ela poderia trabalhar seguindo um modelo por ela escolhido, segundo uma abordagem de resolução de problemas, mas era estimulada a explorar outras opções, caso surgisse um impasse, partindo para uma metodologia de *design*;

- manter o aluno o mais próximo possível da maneira mais natural de aprender. Levando em consideração a motivação natural que a criança tem de

desenhar no seu dia a dia, o desenho pareceu-nos um forte motivo para se “construir” coisas em ambientes gráficos no computador, como é o caso de Logo. Buscamos levar as crianças a vivenciar no computador um processo de construção semelhante ao que ela experimenta quando desenha livremente à mão, respeitando suas preferências quanto ao método de trabalho;

- manter a ênfase sobre o desenho e não sobre a linguagem de programação. Não foi a nossa meta prioritária tornar a criança uma conhecedora da linguagem computacional Logo, de sua sintaxe, recursos e estratégias mais perfeitos ou econômicos. Não pretendíamos que essa criança aprendesse a linguagem Logo como aprendemos uma língua estrangeira, tendo que usar a pronúncia, a sintaxe, a estrutura corretas, desde o início. Preferimos realizar uma experiência mais próxima da aprendizagem da língua materna, a qual se dá sem um caminho definido, conduzida pelas necessidades imediatas de comunicação e na qual a criança evolui naturalmente, por meio da sua vivência em um meio onde a linguagem está presente todo o tempo. Por isso buscamos evitar que a criança partisse de um modelo já acabado que devesse ser reproduzido fielmente na tela e que a atividade se tornasse um exercício voltado somente para a linguagem computacional;

- manter a motivação e o interesse da criança, cultivando a confiança do aluno no uso das habilidades que possuía e das ferramentas computacionais disponíveis, evitando frustrações desnecessárias. Se a idéia inicial era a de um carro, podia acontecer que, depois dos primeiros traços, a criança dissesse: “olha, dá pra fazer um trator” e daí a mais alguns passos resolvesse: “ah, vou fazer um caminhão”. A criança podia executar o objeto que ela estava com vontade de desenhar num dado momento, o que a impulsionava a enfrentar os problemas da linguagem computacional e a aprender mais sobre a mesma. Se a criança não conseguisse desenhar exatamente o que planejara de início, normalmente ela buscava uma alternativa, evitando o problema que ela não conseguiu resolver e adaptando seu desenho de modo que pudesse levá-lo à sua conclusão. Forçá-la a seguir pelo caminho mais difícil, para desafiá-la a encontrar

a solução do problema com que se deparou ou deixar que abandonasse seu trabalho por não ter meios para chegar ao seu fim, podia provocar cansaço e conseqüente desinteresse pelo que ela estava fazendo ou frustração e descrença com relação à sua capacidade de utilização de Logo. Esta forma de encarar o trabalho com a linguagem computacional Logo esteve especialmente ligada à idéia de se explorar as possibilidades de envolver nessa atividade qualquer tipo de sujeito, quer fossem eles pessoas com ou sem deficiências e/ou dificuldades para aprender de qualquer tipo, grau ou natureza;

- destacar o processo criativo na ação de desenhar, envolvendo, assim, a pessoa como um todo. A criança deveria manter uma relação criativa com a imagem e com suas idéias, permitindo-se transformá-las a qualquer momento no decorrer do seu trabalho. Acreditamos que desta forma a criança poderia se manter envolvida afetiva e intelectualmente pela tarefa, o que resultaria também em um maior interesse e curiosidade por Logo, e em um maior proveito do exercício cognitivo que esta linguagem proporciona.

Este estudo passou por um período exploratório, antes que definíssemos a melhor maneira de trabalhar com as crianças e adquiríssemos alguma prática para melhorar a nossa intervenção. Quando iniciamos esta pesquisa, o único parâmetro que tínhamos era o da abordagem de resolução de problemas, que tentávamos adaptar aos nossos objetivos, assim como experimentar outras formas de atuar. Por isso, o leitor notará diferenças na maneira como conduzimos os trabalhos aqui apresentados.

Por vezes, mantivemos a criança em uma atividade muito fechada, perdendo a oportunidade de estimular alguma mudança nos objetivos que tirasse o aluno de uma situação difícil e restaurasse o seu interesse pelo que fazia. Outras vezes, ao contrário, perdemos a chance de lançar um desafio, no momento propício.

Houve ocasiões em que usamos de muita diretividade, quando o aluno podia ter caminhado sozinho e tirado maior proveito da atividade. Talvez, em alguns casos, a nossa interferência se justifique, como no caso de uma criança

muito prejudicada mentalmente, em que buscávamos reduzir o número de comandos e dificuldades com as quais ela tinha que lidar. Então apagávamos ou posicionávamos a tartaruga para ela, evitando que ela tivesse que lidar naquele momento com comandos como “useborracha”, “uselápis”, e “usenada”. Em outros momentos ajudamos crianças a fazer ou consertar algo quando ela queria desistir, pois isto poderia animá-la a retomar o trabalho. Não achamos que o professor nunca deva mexer no trabalho da criança ou dizer-lhe o que fazer, mas estes momentos são de exceção. Sem dúvida, é sempre mais produtivo que o professor ajude a criança e enfrentar os problemas, favorecendo a sua reflexão por meio de perguntas ou observações, deixando para a criança a tarefa de encontrar a maneira de solucionar a questão e executar o seu trabalho.

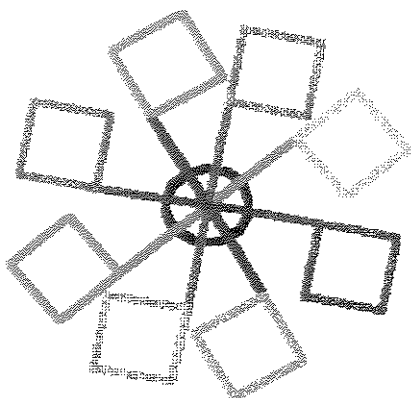
Acreditamos que a experiência, o bom senso e a reflexão, aliadas à uma auto-avaliação constante, nos fizeram avançar na maneira de intervir na atividade das crianças, para identificarmos quais os melhores momentos para incentivarmos a sua dedicação a um problema ou para facilitar-lhes uma forma de modificá-lo ou superá-lo, tendo sempre em vista a satisfação pessoal e a motivação da criança.

CAPÍTULO 3

Desenvolvimento de Processos Criativos em Logo

3.1. Enfrentando desafios e compatibilizando linguagens

FIGURA 1 - Catavento



Nat. estava com 10 anos quando desenhou este Catavento no computador. Ela tinha dificuldades consideráveis de ordem pessoal para concretizar o seu projeto, o que tornou este trabalho especialmente surpreendente. Esta menina apresentava comprometimentos emocionais acentuados. Tinha muita dificuldade para focalizar sua atenção nas atividades de sala de aula e costumava mexer em todos os objetos que

podia alcançar, desviando a atenção dos colegas para estes e para a sua ação. Ao ter um objeto retirado de sua mão, encontrava outro e recomeçava. Suas tentativas para aquietar-se duravam muito pouco tempo. Seu corpo parecia necessitar de movimento contínuo.

Desenhando com Logo, a atenção passou a se manter. Embora às vezes começasse a escorregar pela cadeira ou mexer nas coisas ao redor, Nat. acabava voltando ao trabalho, que parecia interessá-la bastante. E à medida que ela foi se familiarizando com o programa Logo, esses momentos de distração diminuíram. O desenho que ora discutiremos, surpreendeu pelo volume de trabalho exigido em uma única sessão e o nível de concentração contínua de que Nat. foi capaz.

Para compreendermos os desafios enfrentados por Nat., apresentaremos a seguir todo o procedimento elaborado por ela ao desenhar o Catavento na tela.

No programa abaixo, Nat. utilizou-se de dois comandos, “c1” e “q1”, que correspondem, respectivamente, a um círculo e a um quadrado, já programados anteriormente no Editor. Os procedimentos foram gravados da seguinte forma:

a) c1

aprenda c1

arco 360 25

fim

b) q1

aprenda q1

repita 4 [pf 50 pd 90]

fim

Ao terminar a execução do círculo, a tartaruga situava-se no centro do mesmo e voltada para cima; o quadrado foi executado girando para a direita e terminando na posição e direção iniciais.

Além destes dois comandos, Nat. utilizou apenas os comandos básicos para deslocar (“para frente” e “para trás”) e para girar (“para direita” e “para esquerda”) a tartaruga, e também os comandos que mudam o objeto que a tartaruga carrega (“use lápis”, “use borracha” e “use nada”), todos em suas formas abreviadas.

Os comandos indicados em vermelho não foram usados por Nat: “mudeel”, que estabelece a espessura do lápis, foi definido antes de ela começar o trabalho; “mudecl”, que muda a cor do lápis, aparece no programa para indicar os lugares em que Nat. fez as mudanças. Mas estas eram feitas pela paleta que está disponível no SlogoW.

Em rosa estão as mensagens de erro emitidas pelo Logo.

Os comandos em azul executam uma parte do desenho e os comandos em preto correspondem às ações para posicionar e direcionar o cursor.

Estão sublinhados os comandos que retornaram um efeito insatisfatório e que necessitavam de alguma ação, para anular ou alterar seus resultados. Em amarelo estão marcadas as modificações e correções realizadas.

O programa está dividido em partes que indicam os procedimentos necessários à execução de cada elemento do desenho. Cada parte está sinalizada por uma letra na cor verde e é seguida por um desenho, que corresponde ao resultado obtido (os desenhos são imprecisos, pois são feitos com a ferramenta de desenho do Word; têm apenas a função de facilitar o acompanhamento do processo).

COMANDOS	ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS DE PROGRAMAÇÃO DO SUJEITO
----------	---

(A)	
mudeel [5 5]	Colocamos para Nat. a espessura de lápis que ela desejava para desenhar.
cl	Ela fez apenas um círculo - há dois círculos no esboço feito no papel (Fig. 2). A tartaruga está voltada para cima, para a direção norte.



(B)	
pd 50	Em vez de iniciar com a reta vertical, para a qual a tartaruga já estava preparada, mudou de direção.
pt 40	Iniciou a primeira reta, indo primeiro para trás. Assim fez nas retas seguintes, com exceção em (E).
pf 40	Nat. aceitou a proposta para fazer o desenho colorido e voltou ao centro, para refazer o traço em outra cor.



(C)	
mudecl [0 200 0]	Criou uma cor a partir da paleta (dispositivo do programa que permite escolher e modificar uma cor por meio do mouse).
pt 50	Refez o traço com a nova cor.
pt 20	Acertou o tamanho desejado para a reta, aumentando-a.
pf 70	Voltou ao ponto central para fazer a outra metade da reta, sem pensar em somar as duas metades, indo

	direto à outra ponta.
pf comando não aceita esse tipo de parâmetro ou há parâmetros insuficientes	Não colocou o número de passos que a tartaruga deveria andar. O computador retornou uma mensagem de erro.
70 Não me disse o que fazer com 70	É possível que Nat. tenha imaginado que, colocando apenas o 70, completaria a instrução anterior e a tartaruga já entenderia o que fazer. Isto resultou em outra mensagem de erro.
pf 70	Repetição com a sintaxe correta; completou a primeira reta.
pt 70	Retornou ao centro.

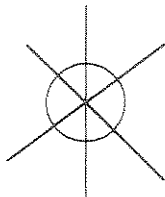


(D)	
pe 40	Girou a tartaruga, colocando-a novamente em condição para fazer a reta vertical, mas não a traçou.
pe 40	Girou a tartaruga novamente, ajustando-a para fazer a 2ª reta diagonal, oposta à primeira.
mudecl [0 0 145]	Mudou a cor do lápis na paleta antes de fazer a 2ª reta.
pt 70	Desenhou a primeira metade da 2ª reta.
pf 70	Retornou ao centro.
pf 70	Desenhou a 2ª parte da reta.
pf 70	Avançou a tartaruga indevidamente, quando queria recuar (resultou em um aumento indesejado da reta).
ub	Colocou a borracha na tartaruga, para fazer a correção.
ub	Repetiu o mesmo comando.
pt 70	Recuou a tartaruga, apagando o segmento incorreto.
pt 70	Esqueceu de pôr o lápis na tartaruga e apagou a parte da reta já desenhada.
ul	Colocou o lápis.
pf 70	Refez o pedaço da reta apagado indevidamente.
pt 70	Retornou ao centro.

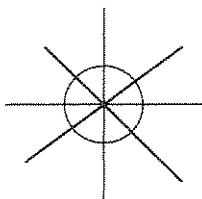


(E)	
pd 40	Girou a tartaruga, utilizando o ângulo correto para colocá-la na direção central, entre as diagonais, e para traçar a reta vertical.
mudecl [255 0 0]	Escolheu outra cor de lápis na paleta.

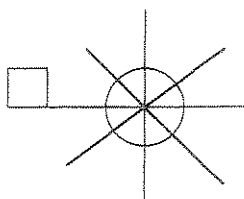
pf 70	Mudou a maneira de fazer a reta, começando-a para frente.
pt 70	Retornou ao centro.
pt 70	Executou a 2ª metade da reta.
pf 70	Retornou ao centro novamente.



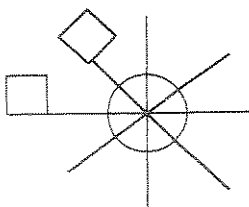
(F)	
pe 40	Voltou para a esquerda com o ângulo que já vinha utilizando nos giros anteriores, chegando à direção da 2ª diagonal.
pe 40	Continuou a girar, procurando a direção para a reta horizontal; percebeu que não chegou à direção pretendida, para executar a reta horizontal em uma posição eqüidistante às diagonais.
pe 10	Ajustou a direção da tartaruga, conforme o pretendido.
mudecl [150 0 185]	Mudou a cor do lápis na paleta.
pt 70	Iniciou a reta horizontal.
pf 70	Retornou ao centro.
pf 70	Executou a 2ª parte da reta horizontal.



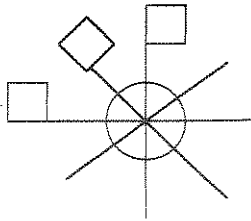
(G)	
Mudecl [50 120 185]	Mudou a cor do lápis na paleta.
q1	Fez o primeiro quadrado no ponto em que a tartaruga estava ao terminar a última reta. A tartaruga faz o quadrado terminando na mesma posição e direção em que estava ao iniciá-lo. No projeto inicial, os quadrados ficavam próximos ao centro, entre dois círculos.



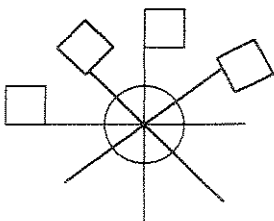
(H)	
un pt 70	Questionada sobre como evitar a mudança de cor das retas já desenhadas, respondeu que devia utilizar o comando <i>usenada</i> . Voltou ao centro.
pd 50	Usou a soma $40 + 10$ dos últimos ângulos utilizados, para girar a tartaruga até a direção atual e para retornar à direção anterior.
pf 70	Foi à extremidade da reta.
ul	Colocou o lápis para fazer o quadrado.
ql	Esqueceu de trocar a cor do lápis.
mudecl [85 220 170]	Trocou a cor.
ql	Desenhou o 2º quadrado.



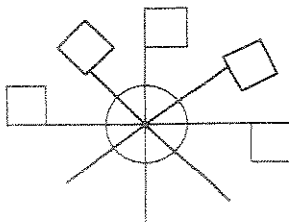
(I)	
ub	Pretendia utilizar o comando <i>usenada</i> e digitou a forma abreviada de <i>useborracha</i> .
un	Nat. fez a correção por ter sido chamada a sua atenção.
pt 70	Voltou ao centro.
P Ainda não aprendi p	Erro accidental.
pd 50	Repetiu o ângulo anterior, mas deveria ser 40 graus.
pt 70	Percebeu o erro do ângulo ao ir para trás, sendo que a tartaruga não atingiu a extremidade da reta e sim uma posição próxima a esta (devia ir para frente, segundo o padrão que adotou para desenhar os quadrados - as ações nesta parte indicam momento de distração, ansiedade e/ou cansaço).
pf 140	Somou pela primeira vez $70 + 70$, verificando que, do outro lado, a tartaruga também ia na direção errada (foi questionada anteriormente sobre a possibilidade de ir de uma ponta da reta à outra de uma só vez e testou isto só neste momento).
pt 140	Retornou à posição anterior, próxima à extremidade da reta, quando poderia ter ido direto ao centro, como era sua intenção, utilizando pt 70 e evitando o próximo passo. Mas fez o caminho de volta sobre todos os passos dados anteriormente.
pf 70	Agora voltou ao centro.
pe 10	Corrigiu o ângulo.
pf 70	Desta vez foi para frente (começou esta parte para trás) e atingiu a extremidade da reta.
Mudecl [215 0 140]	Trocou de cor.
ul ql	Desenhou o 3º quadrado.



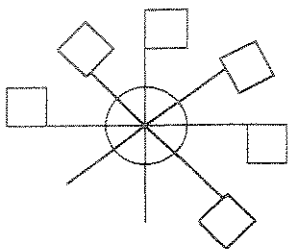
(J)	
un	Retirou o lápis da tartaruga.
pt 70	Retornou ao centro.
pe 50	Girou para o lado errado, mesmo com a tartaruga voltada para cima, direção mais fácil para verificar para que lado girar. Continuou a indicar cansaço e dificuldade de manter a atenção.
pd 50	Anulou a ação, voltando à direção anterior.
pd 50	O ângulo deveria ser de 40 graus.
pe 40	Pretendia ter anulado a ação, retornando 50 graus, para depois ir para a direita 40 graus.
pd 40	Teria atingido a direção que pretendia, se tivesse feito corretamente o passo anterior. A inclinação está 10 graus a mais para a direita.
pf 70	Percebeu o erro, somente quando deslocou a tartaruga para frente.
pt 70	Retornou à posição anterior.
pe 10	Corrigiu a direção da tartaruga.
pf 70	Deslocou a tartaruga até a extremidade da reta.
d	Erro accidental: em vez de apagar a letra, Nat. aperta Enter.
q1	Esqueceu a mudança de cor do lápis.
mudecl [200 255 0]	Mudou a cor.
ul q1	Desenhou o 4º quadrado.



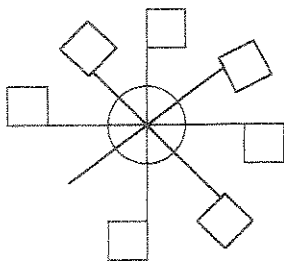
(L)	
un pt 70	Tirou o lápis da tartaruga e retornou ao centro.
pd 50	Fez o giro com o ângulo correto. Daqui para frente utilizou os ângulos corretos, com a nossa intervenção sobre qual seria o próximo passo, para manter a atenção de Nat.
pf 70	Foi até a extremidade da reta seguinte.
mudecl [50 100 185]	Mudou a cor do lápis.
ul	Colocou o lápis na tartaruga.
q1	Desenhou o 5º quadrado.



(M)	
un	Retirou o lápis da tartaruga.
pt 70	Retornou ao centro.
pd 50	Girou a tartaruga.
pf 70	Foi para a extremidade da reta.
mudecl [50 170 185]	Mudou a cor do lápis.
ul ql	Colocou o lápis na tartaruga e desenhou o 6º quadrado.

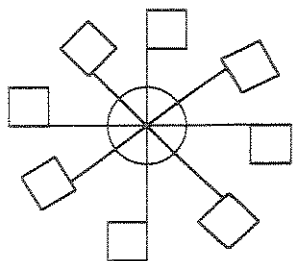


(N)	
in pt 70 Ainda não aprendi in	Digitou errado o comando usada (un).
un	Fez a correção.
pt 70	Retornou ao centro.
pd 40	Girou a tartaruga.
pf 70	Foi para a extremidade da reta.
mudecl [255 195 0]	Trocou a cor do lápis.
ul	Recolocou o lápis na tartaruga.
ql	Desenhou o 7º quadrado.



(O)	
un pt 70	Tirou o lápis da tartaruga e retornou ao centro.
pd 40	Girou a tartaruga.
pf 70	Foi para a extremidade da reta.

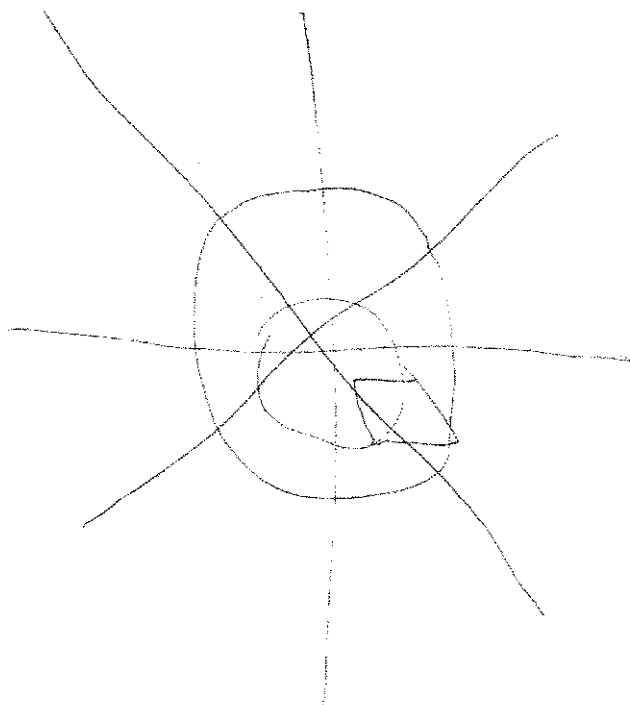
mudecl [85 220 120]	Trocou a cor do lápis.
ul q1	Recolocou o lápis na tartaruga e desenhou o último quadrado.



1 – O esboço. Antes de começarmos a trabalhar, perguntamos a Nat. se ela tinha alguma idéia do que gostaria de desenhar no computador. Ela mostrou que já tinha uma intenção prévia, pois traçou rapidamente algumas linhas a lápis, no papel, e descreveu verbalmente como seria a figura que queria desenhar, com “uns círculos, umas linhas assim e quadrados aqui em volta”, indicando com um gesto onde deveriam ficar os quadrados, na área entre os círculos (Fig. 2).

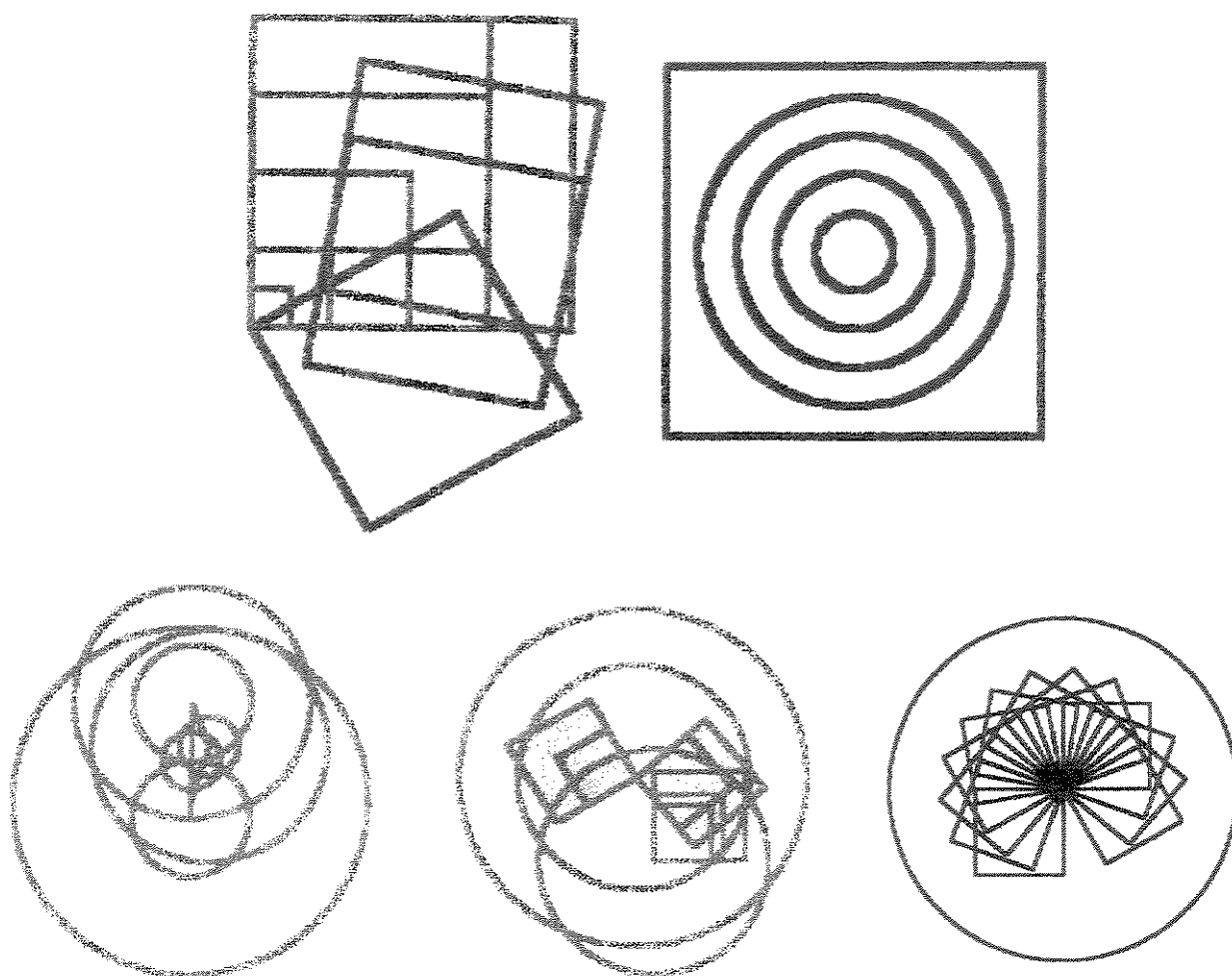
Este desenho já era adequado para ser desenhado com Logo e fugia ao que é comum às crianças quando desenhavam com lápis e papel. Esse esboço

FIGURA 2 – Esboço de Nat.



continha uma idéia compatível com a ferramenta computacional que Nat. utilizaria e resultara das experiências realizadas nas últimas sessões, em que trabalhara com figuras geométricas programadas previamente no Editor. Nestas ocasiões, experimentou tais figuras livremente, compondo desenhos com intencionalidade variável, que tendia a aumentar no decorrer das sessões (Fig. 3).

FIGURA 3 – Figuras Geométricas



Durante tais sessões Nat. buscou estabelecer o equilíbrio local de certas situações-problema e realizou diversas regulações ativas de natureza retroativa e proativa, para encontrar soluções gráficas cada vez mais organizadas e

interessantes para concretizar seus desenhos. Essa experiência anterior com a linguagem Logo foi essencial para a estruturação do projeto gráfico atual. Este já reflete de modo claro o progresso dessas regulações, uma vez que o desenho não era do tipo que ela estava acostumada a fazer no papel; era apenas uma idéia do que ela achava que poderia realizar especificamente com Logo.

Nat. não se interessou por finalizar a figura desejada no papel e não dedicou qualquer cuidado ou acabamento ao mesmo, tanto que indicou apenas um dos quadrados planejados. Mas parecia compreender a diferença entre os dois meios de expressão que tinha para desenhar, a linguagem Logo e o lápis e papel. Ao nosso ver, ela tinha consciência de que no papel seria muito difícil completar o seu projeto satisfatoriamente, pois necessitaria de régua e muitos cuidados para consegui-lo e entendia que no computador poderia fazê-lo bem.

Essa menina não se preocupou com a figuração, desde que a sua idéia foi esboçada no papel. Embora os desenhos das crianças normalmente sejam representações de objetos do mundo real, os recursos do Logo podem facilitar ou induzir o sujeito a um tipo de configuração mais abstrata nos desenhos, que centra o interesse da criança na cor, nas formas e na ordenação das mesmas. É que Logo é capaz de estruturar o desenho em uma outra concepção, diferente da que é possibilitada pelo uso do lápis e papel, pincéis, tinta e outros recursos.

2 – As retas e o desafio das cores. No catavento, Nat. trabalhou o tempo todo no modo direto, utilizando-se de duas figuras geométricas já programadas em sessões anteriores: um círculo e um quadrado, que correspondiam respectivamente aos comandos “c1” e “q1”.

Nat. começou o desenho pelo círculo. Ficou satisfeita com um círculo só, embora tivesse indicado dois no projeto, e começou a desenhar as retas que deveriam cruzá-lo. Ela não voltou a consultar o esboço feito no início da sessão. Ao invés de tentar implementar o seu projeto como algo pré-determinado e fechado, redefiniu-o à medida que o executava.

Assim que começou a traçar as retas, sugerimos a ela que as fizesse coloridas. Já sabia como mudar a cor do lápis, utilizando-se, para isso, do *menu* apropriado e clicando com o *mouse* numa das cores disponíveis na paleta que se

abria. Mas, nesta sessão, iniciou a exploração dos instrumentos que modificam as oito cores já disponíveis na paleta - arrastando botões ou clicando setas que acrescentam ou diminuem a participação da cor vermelha, verde ou azul na composição da cor selecionada.

Novas regulações foram exigidas de Nat. para enfrentar o desafio de conseguir as cores desejadas para traçar o seu catavento. Retroações e proações ocorriam na mudança da cor do lápis que Nat. fazia, antes de desenhar cada elemento. Ela usava intencionalmente cores parecidas nos quadrados e na reta à qual estavam ligados. Os quadrados foram executados depois que as retas já estavam prontas, dando a volta no sentido horário. O desafio agora não estava em mudar um pouco o tom do lápis que estava ativo, mas encontrar uma cor “aparentada” com a da reta, diferente da que acabara de utilizar, em cada quadrado desenhado. Precisava alternar quadrados azuis, verdes, *pink* ou laranja.

Tal atividade exigiu que Nat. coordenasse progressivamente suas ações, para escolher e para misturar as cores na paleta. De início, as abstrações com esse fim foram empíricas, pois ela percebeu mudanças nas cores selecionadas, ao arrastar os botões nas barras de rolagem que alteram as tonalidades. Depois elas foram evoluindo para abstrações pseudo-empíricas, pois as experiências anteriores com as cores (retroações) já orientavam as escolhas que Nat. fazia, para conseguir os efeitos pretendidos (proações). Os esforços de Nat. nesse sentido consistiram em uma das manifestações da sua preocupação estética com o resultado do seu trabalho.

O desenho de cada uma das retas foi executado sempre em duas etapas: Nat. fazia a primeira metade, pilotando a tartaruga para trás (com uma exceção na terceira reta – parte E do procedimento acima), voltava até o centro e então completava a reta indo para frente e retornando ao centro novamente. A seguir, ela girava a tartaruga, a fim de posicioná-la para fazer a reta seguinte (parte C-D).

Sendo esta uma oportunidade que propiciava a exploração de conhecimentos matemáticos, perguntamos a Nat. se não havia uma maneira de ir de uma extremidade à outra da reta de uma só vez. Ela não deu atenção à

pergunta e continuou a utilizar o seu esquema anterior, sem fazer a soma de uma extremidade à outra das retas.

No papel, é provável que Nat. nunca desenhasse as retas em duas metades, a partir do centro, como realmente não o fez em seu esboço. Poderíamos, pois, dizer que sua conduta ao desenhar essas retas foi determinada pela ferramenta que utilizou, a qual tem medidas embutidas em seus comandos.

Inferimos que, ao insistir em fazer as retas em dois segmentos de medidas iguais, partindo do centro do desenho, Nat. queria garantir a simetria em seu desenho. Talvez ela não tivesse alcançado ainda um nível de compreensão da noção de conservação das quantidades numéricas que lhe permitisse entender que, ao usar a soma dos dois segmentos, obteria o mesmo resultado numérico e gráfico conseguido com a estratégia que utilizou para esse fim. Por isso, ignorou a pergunta que lhe fizemos e procurou assegurar os resultados pretendidos mediante uma regulação por feedback positivo, repetindo a conduta já testada.

Nat. desenhou primeiro as duas retas em diagonal, para depois fazer a reta vertical e por último a horizontal. Nesta etapa, sua concepção do desenho prevaleceu sobre algumas oportunidades que poderiam facilitar e agilizar a execução do projeto (D-E). Ao terminar o círculo, a tartaruga estava voltada para cima e poderia executar imediatamente a reta vertical, mas Nat preferiu girar e fazer a primeira diagonal.



A seta indica a direção da tartaruga

Ela colocou a tartaruga novamente voltada para cima, mas, ao invés de fazer a reta vertical, preferiu girar novamente e fazer a diagonal oposta e só realizou a reta vertical, depois de traçar as diagonais, quando colocou a tartaruga pela terceira vez na direção propícia para realizá-la.



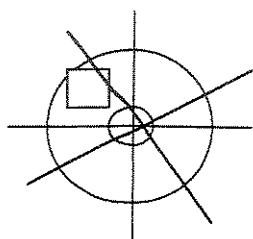
3 – Ângulos e o desafio da simetria. Encontrar a direção central para desenhar a reta horizontal entre as diagonais foi o próximo passo (F). Nat. procurava equilíbrio entre os elementos gráficos que compunham o seu desenho. O uso obrigatório de grandezas na pilotagem do cursor, permitiu que Nat. encontrasse facilmente a direção certa, no meio das diagonais, para traçar a reta vertical, pois usara giros com ângulos iguais à esquerda e à direita. Mas esta manobra criou na criança a necessidade de buscar simetria para o restante do desenho também. Desta forma, a própria natureza da ferramenta propiciou ocasiões para se trabalhar noções matemáticas, ao mesmo tempo que promoveu valores estéticos de ordem, simetria e equilíbrio durante a execução do desenho. Presumimos que essas preocupações com a precisão não acontecem regularmente quando a criança desenha com lápis e papel. Mas por causa do aparecimento destas preocupações, Nat. teve que resolver problemas relativos à linguagem computacional para solucionar os problemas de composição do seu desenho, de modo que suas idéias pudessem ser implementadas.

A centralização da reta horizontal exigiu ajuda, pois Nat. percebeu que ao girar duas vezes 40 para esquerda, após desenhar a reta vertical, não atingia o centro entre as duas diagonais. Novamente surgiu uma oportunidade de se trabalhar com operações matemáticas. Informamos que as diagonais agora consideradas tinham um espaço de 100 graus entre elas e que a metade era 50 graus. Nat. pôde, então, achar quantos graus faltavam para chegar ao meio, se ela já tinha girado 40 graus (F).

As manobras descritas acima e realizadas com o objetivo de desenhar essas retas evidenciam que, mesmo absorvida pelos problemas gráficos e entretida em obter os resultados esperados em seu desenho, Nat. teve de regular seu pensamento para lidar com os obstáculos impostos pela linguagem computacional e seus conteúdos matemático e espacial. Tais conteúdos, mais uma vez, provocaram regulações que ela realizou no plano gráfico, ao desenhar o catavento.

Essas regulações envolveram abstrações pseudo-empíricas, que predominaram em toda a atividade aqui discutida, porque, apesar de serem extraídas dos resultados concretos que Nat. observava na tela do computador, envolviam sempre relações que ela estabelecia entre os diversos elementos do desenho, como ocorreu na distribuição espacial equilibrada de todas as retas traçadas.

4 – Os quadrados e a motivação para vencer os desafios. O primeiro quadrado foi desenhado no ponto em que Nat. terminara de desenhar a reta horizontal (G). Aqui houve uma modificação importante no projeto original, que facilitou a conclusão do desenho.



Posição do quadrado conforme projeto original

A configuração que tinha à sua frente pode ter sugerido a Nat. a solução de desenhar o quadrado na extremidade da reta horizontal, uma vez que o espaço entre as retas era pequeno e o segundo círculo, que delimitaria a área para os quadrados (entre os círculos) não fora feito. Ao invés de trazer o quadrado para perto do círculo, no centro do desenho, Nat fez uma bandeirinha, conseguindo, talvez, uma configuração mais significativa para ela.

A execução dos quadrados seguiu uma ordem diferente da que Nat. usou para traçar as retas. A ordem para desenhá-las poderia ser designada como as-parecidas-simetricamente-opostas. Esta ordem deixou transparecer a capacidade de Nat. classificar as retas em diagonais e não-diagonais. Mas os quadrados eram todos iguais e foram desenhados nas pontas das retas vizinhas, da esquerda para direita, até completar a roda.

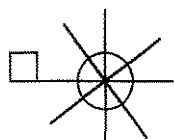
Nat. enfrentou novamente um desafio: reproduzir as mesmas medidas que usara para desenhar as retas e para girar a tartaruga, antes de deslocar-se

até as extremidades de cada reta e fazer um quadrado. A dificuldade era a diferenças entre os ângulos, ora de 40, ora de 50 graus.

Embora em alguns momentos (partes I-J do programa), Nat. tenha acumulado erros que podem ser facilmente atribuídos à dificuldade para manter-se concentrada por muito tempo, a sua motivação para terminar o desenho fez com que ela retornasse ao nível de atenção necessário para chegar ao fim do seu desenho.

O trabalho com as medidas dos ângulos foi executado em grande parte por tentativa e erro, progredindo até o final da atividade (L-O) com um avanço na percepção de como esses ângulos estavam distribuídos pelo desenho. Na última etapa, após desenhar o quarto quadrado, não apareceram mais erros nos giros da tartaruga.

5 – O design e o diálogo entre linguagens. O fato de este projeto envolver mais de um sistema representacional, obrigou Nat. a fazer constantes acomodações nas interações entre as linguagens, gráfica e de computação. Ela foi modificando e dando acabamento ao seu projeto inicial, à medida que executava o desenho, de acordo com o que lhe parecia viável, oportuno ou interessante em determinado momento. A atividade de *design* também foi influenciada pelos conhecimentos que Nat. tinha sobre Logo e pelos resultados já obtidos na tela do computador. Quando desenhou o primeiro quadrado (G), seu projeto ficou definido quanto à sua forma final, quanto à concepção do desenho, restando apenas a sua finalização. Novas decisões sobre a aparência da figura se restringiram apenas à mudança de cores.



Parte G do desenho

A criança não permaneceu indefinidamente sem estabelecer objetivos, ela assumiu uma situação de resolução de problemas, como já o havia feito momentaneamente quando desenhava as retas. A intencionalidade se intensificou e o foco do trabalho de Nat. se concentrou na solução dos problemas necessários para a implementação do projeto total. A vantagem do *design* é conduzir a criança

ao enfrentamento de problemas altamente interessantes para ela no momento em que surgem. Cabe ao professor, cultivar a sensibilidade necessária para aproveitar estes momentos de envolvimento para trabalhar com os desafios emergentes.

Desta forma, percebemos momentos distintos em que a atenção de Nat. se volta ora para problemas relativos à criação gráfica propriamente dita, ora para os que se relacionam à ferramenta computacional utilizada para a sua realização.

Embora nosso exemplo venha de uma criança com poucas horas de programação e que ainda se utilizava dos comandos mais básicos e das formas mais simples de manipulação da linguagem computacional, é possível perceber como os dois planos de representação, plástica e computacional, funcionam em conjunto, sem que um anule as qualidades do outro e como ambos podem impulsionar o desenvolvimento geral da criança.

Esses sistemas representacionais parecem formar um novo sistema, que cria oportunidades de expansão das fronteiras da criança, na compreensão e uso de Logo e na criatividade artística. Em outras palavras, podem surgir novos temas, novas maneiras de conceber, de planejar e de organizar a produção gráfica, novas relações com as formas, novos sentidos de ordem e equilíbrio –incentivados pelas medidas embutidas na ferramenta computacional – e, em consequência, um novo horizonte para o seu senso estético. A linguagem computacional é utilizada, as noções matemáticas vão sendo construídas sem que tenham um fim em si mesmas, mas sem as quais o desenho não é possível. A criança se interessa pelas possibilidades da linguagem e as aplica às suas idéias, criando-se problemas que precisam ser solucionados para executar o desenho. Criação e cognição são solicitados concomitantemente em todo o trabalho gráfico executado, propiciando o desenvolvimento de novos significados em ambos os sistemas de representação envolvidos.

3.2 O desenvolvimento dos significados no trabalho com Logo

Charles Sanders Peirce (1839-1914) foi um dos fundadores da Semiótica contemporânea, ciência que investiga todas as linguagens possíveis, examinando

os modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de significação e de sentido (Santaella, 1987).

A Semiótica de Peirce é concebida como Lógica, pois o objetivo de sua obra era desenvolver uma Lógica das ciências, entendendo os métodos de raciocínio das mesmas e encontrando os pontos em comum a todas elas. Deste esforço, nasceu uma teoria lógica, filosófica e científica da linguagem, capaz de fornecer às ciências as fundações lógicas para suas construções como linguagens que são. Embora a Semiótica invada de certa forma todo campo de saber, uma vez que toma qualquer fenômeno (como o vento, a linguagem binária das máquinas, a dor, o DNA) como objeto de estudo, Santaella (1987) esclarece que cada um é considerado apenas “em sua ação de signo” (p.17).

Segundo esta autora, na base do pensamento peirceano está a teoria de que o universo está em expansão contínua. Na natureza não há leis absolutas, mas sim evolutivas, então os princípios científicos são fórmulas provisórias. Crescimento e mudança também ocorrem no interior da mente humana, que participa da evolução universal alicerçada em bases lógicas radicalmente dialéticas, uma vez que o pensamento humano afeta e transforma materialmente o universo por meio de seus produtos concretos, enquanto estes são afetados pelo cosmo.

A perspectiva evolutiva peirceana coincide com a concepção interacionista de Piaget sobre o desenvolvimento do conhecimento. Peirce não se interessou em explicar o mecanismo psicológico que possibilita esse desenvolvimento, mas sua abordagem dos signos permite vislumbrar esse progresso na manifestação de um processo contínuo e cada vez mais amplo de significação.

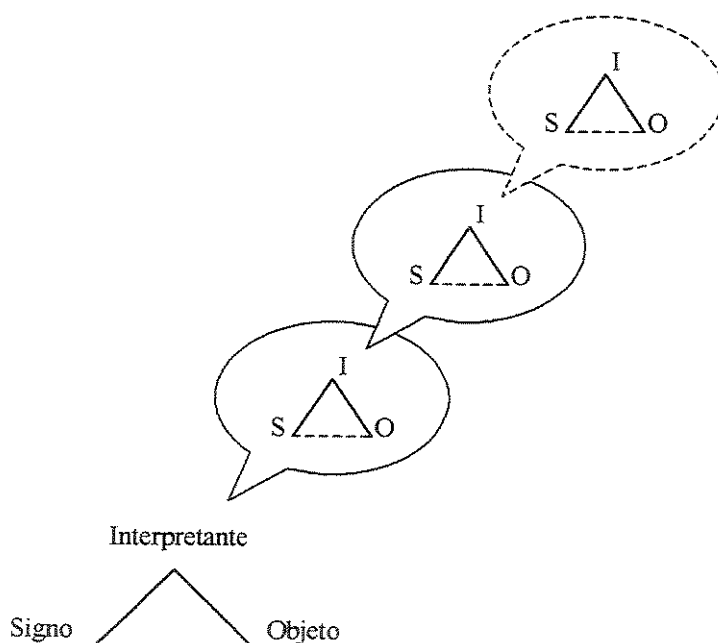
Peirce (1975) define signo como tudo o que se coloca no lugar de algo sob certo aspecto ou de algum modo. O signo deverá representar alguma coisa diversa dele mesmo e que é chamada seu “objeto”, podendo corresponder a mais de um objeto. Além disso, para que se constitua como signo, a informação que veicula precisa ser passível de algum tipo de interpretação pelo seu receptor (mente humana, máquina, célula).

Se o signo é diferente de seu objeto e caso dirija-se a uma pessoa, deverá produzir em seu pensamento ou expressão uma explicação ou argumento, mostrando de que modo o signo se relaciona com seu objeto ou conjunto de objetos que representa. Essa explicação é um signo equivalente ou mais desenvolvido que o signo que lhe deu origem e é denominado “interpretante”.

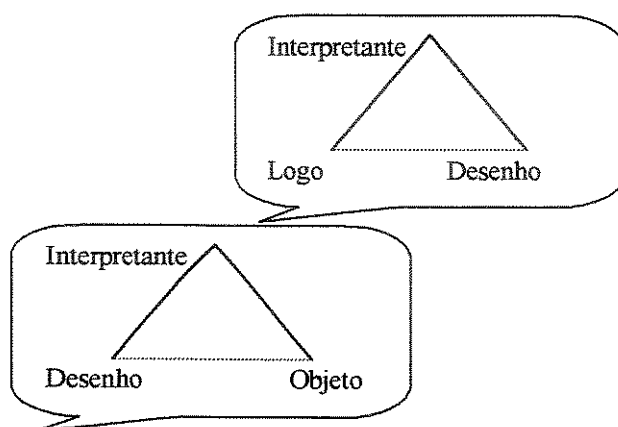
Para Pignatari (1974), “uma das descobertas fundamentais de Peirce é a de que o significado de um signo é sempre outro signo” (p. 34). Visto que o interpretante também é um signo, deve corresponder a um objeto e exige uma explicação adicional, originando um signo ainda mais amplo. Então, o processo de significação se expande continuamente por relações triádicas, em que o interpretante é resultado de um processo significante e origem de novos significados.

Santaella (1987) expressa essa evolução de significados provocada pelo interpretante ao dizer que todo signo remete a outro signo ou pensamento e que “compreender, interpretar é traduzir um pensamento em outro pensamento num movimento ininterrupto” (p. 70) e que pode prolongar-se *ad infinitum*.

A relação triádica, que coloca os signos em relação com o pensamento e a realidade, assim como o processo pelo qual as tríades se multiplicam, podem ser expressos pelo seguinte diagrama:



Podemos aplicar o modelo triádico de Peirce, de forma simplificada, ao processo de representação da criança quando utiliza a linguagem computacional Logo para desenhar. Em um primeiro momento, a criança, que está sendo iniciada em Logo e pensa em fazer um desenho, escolhe um tema qualquer para representar. A seguir, essa criança traduz este desenho, concretizado no papel ou imaginado, elaborando uma espécie de descrição espacial do desenho ao utilizar a linguagem computacional para fazer o traçado desejado.



Temos então um outro nível de significação, em que dois sistemas de signos são colocados em relação pela função metalingüística do interpretante. À medida que esta criança evolui na compreensão dessa nova relação, poderá progredir no modo como utiliza cada sistema representacional em Logo, atingindo níveis mais elevados de programação computacional e da concepção do desenho.

O mecanismo psicológico de tal evolução é explicado por Piaget pelos diferentes tipos de abstração.

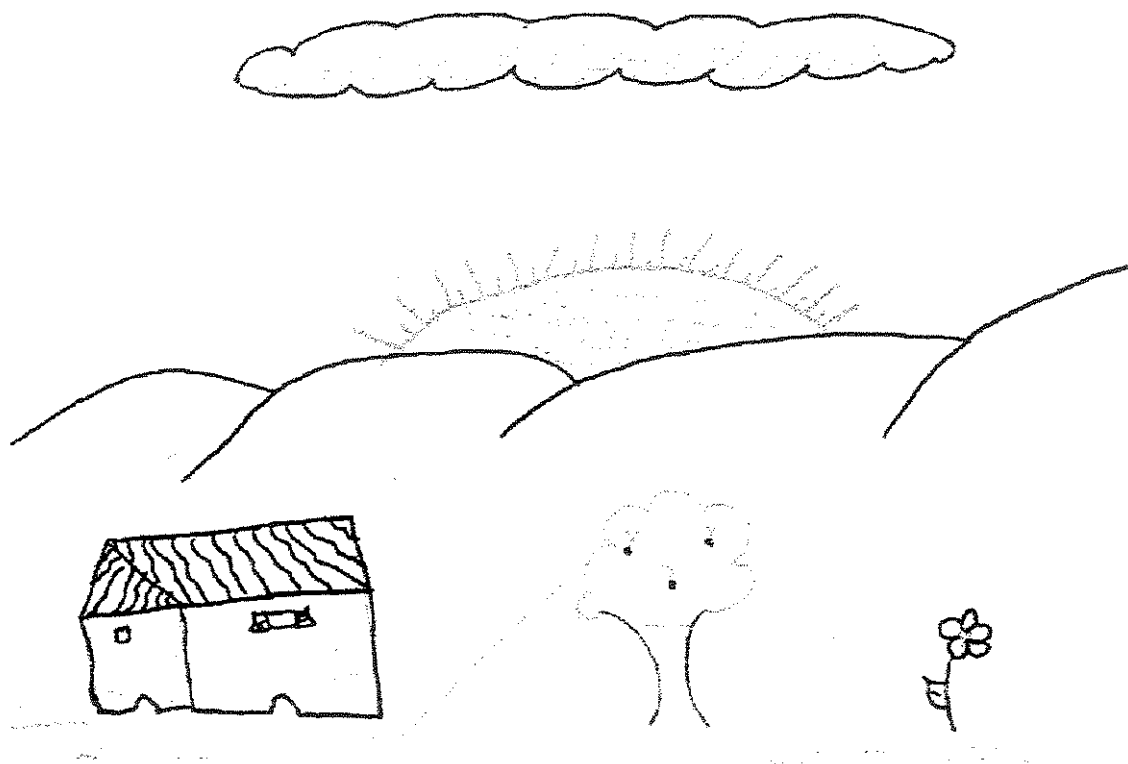
Quando uma criança ainda não teve muito contato com Logo e é convidada a fazer um desenho no papel, para depois desenhá-lo no computador, ela fará um desenho semelhante aos que já estava acostumada a fazer com lápis e papel.

Jo., 12 anos, 4ª série, já havia tido uma sessão com Logo, em que se familiarizara com os 4 comandos básicos para giro e deslocamento da tartaruga, e desenhara a letra J, inicial do seu nome. Na segunda sessão, foi-lhe solicitado que

fizesse um desenho que tivesse alguma coisa que depois pudesse ser desenhada no Logo.

Ela fez uma paisagem com uma casa, uma árvore, uma flor, montanhas, sol e uma nuvem.

FIGURA 4 – Paisagem com casa



Perguntamos a Jo. o que ela achava mais fácil de desenhar com Logo. Ela indicou a flor. Apenas quando questionada sobre como a tartaruga faria as pétalas arredondadas, ela achou melhor fazer a casa, porque tinha mais traços retos e ela ainda não sabia como fazer traços curvos.

P - O que você acha que é mais fácil de a tartaruga fazer desse desenho?

J – A flor.

P - E você acha que ela vai conseguir fazer essas partes arredondadinhas da flor?

J – Não.

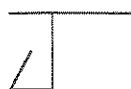
P – Não? Ao menos você não sabe como fazer ainda, não é? Não tem uma outra coisa mais fácil de a gente fazer?

J – A casa.

P – ...Você acha que é mais fácil você fazer com a tartaruga as partes mais retas ou partes arredondadas?

J – Retas.

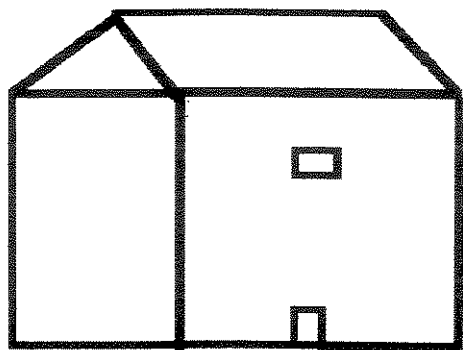
Ao fazer a inicial do seu nome com o Logo, na primeira sessão, Jo. já havia feito uma série de adaptações em uma letra com uma configuração curva, tornando-a uma letra de traços retos:



Mesmo assim, ao fazer o seu desenho com a finalidade de ser inteiro ou em parte desenhado com Logo, ela não o fez pensando em como seria feito no computador, mas desenhou livremente, em harmonia com as possibilidades e limitações que as canetas hidrográficas e a sinuosidade que o gesto da mão que as conduzia lhe proporcionavam. Quase tudo, inclusive os detalhes da casa, era impregnado de linhas curvas.

Como aconteceu com Jo., pode ocorrer uma primeira dificuldade na representação do desenho por meio da linguagem computacional. A criança escolheu seu tema e fez um desenho dentro de um sistema representacional, com características determinadas pelas ferramentas que utilizou para a construção da figura fora do computador. Quando esta criança precisou encontrar um procedimento com a linguagem Logo para executar o desenho no computador, a ferramenta que ela tinha tornou-se inoperante. Evidentemente ela regulou seu pensamento, no sentido de conseguir uma outra representação do objeto que gerou o primeiro desenho com a nova ferramenta, segundo as peculiaridades desta. Tal instrumento obrigou-a a confrontar-se com um traçado para o seu desenho qualitativamente diferente do primeiro (Fig. 5).

FIGURA 5 - Casa



Comparando a casa do primeiro desenho, feito por Jo. no papel, e o segundo, executado no computador, notamos que há um empobrecimento estético na segunda casa, que parece mais rígida, com menos detalhes e com a ausência de proporção entre os elementos acentuada.

Este empobrecimento poderia dar à criança uma impressão de que Logo é menos adequado para desenhar do que os meios por ela já conhecidos. Ele torna mais difícil obter os resultados que ela consegue com os instrumentos de costume. Este procedimento obriga-a a fazer uma comparação entre ambas as formas de representar. Além disso, ela pode desenhar coisas no papel, que tornam a transposição para o Logo praticamente impossível, ou cujo resultado em Logo parece muito diferente, quando ela se propunha a fazer algo semelhante. Tais resultados podem ser frustrantes, desanimadores para ela, diminuindo a sua confiança de que é capaz de manejar aquela ferramenta computacional.

FIGURA 6 – Castelo 1

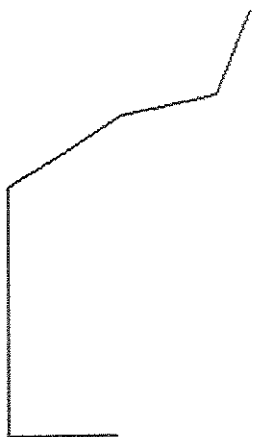


Foi o que ocorreu com Nat., quando escolheu um castelo para desenhar no computador logo na sua primeira sessão. Desenhou-o primeiro no papel (Fig. 6) e tentou seguir o seu projeto. Mas a expectativa de Nat. de conseguir a figura “correta”, logo se mostrou difícil de atingir e Nat. não quis prosseguir com este seu trabalho.

Nat., com 9 anos, tinha dificuldades acentuadas para concentrar-se e, por ser o primeiro contato com essa linguagem computacional, sua escolha

apresentava a desvantagem de ser um trabalho longo e a parte triangular das torres iria oferecer alguma dificuldade. Porém, permanecemos com a sua idéia, para ver o que ela poderia fazer.

FIGURA 7 – Castelo 2

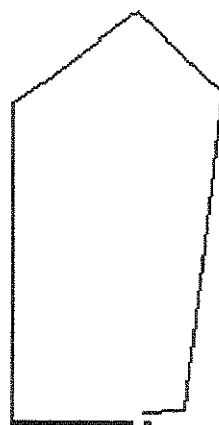


A ansiedade de Nat. não a deixou trabalhar concentrada a não ser durante os primeiros comandos, conseguindo fazer o primeiro traço vertical da torre esquerda e a primeira diagonal do triângulo na parte superior da mesma. O tamanho desta diagonal ficou bem maior do que Nat. pretendia e teria que apagá-la. Este primeiro contratempo foi suficiente para que ela perdesse a motivação para continuar o trabalho. Passou a digitar comandos sem pensar em que eles resultariam, antes que pudéssemos recuperar a sua atenção para intervir. Conseguiu, assim, algo bem diferente do que planejara (Fig. 7), o que levou Nat. a dizer que não sabia fazer nada e a querer desistir do trabalho.

Apagamos o desenho e fizemos de novo para Nat. a parte que correspondia ao desenho da torre, como ela a havia feito antes. Desta forma, Nat. animou-se a continuar e tentou terminar a torre. Encontrou uma estratégia para contornar o problema do cumprimento e do ângulo da diagonal, continuando de onde estava e aumentando a largura da torre, mas ainda ficou frustrada por não conseguir fazer as linhas verticais perfeitamente paralelas e não conseguir fechar a linha da base na mesma altura (Fig. 8). Desistiu do trabalho neste ponto.

Embora não fosse nosso objetivo que as crianças tomassem um desenho como um projeto acabado, se elas quisessem seguir este caminho, por vezes nós as acompanhávamos e observávamos os resultados.

FIGURA 8 – Castelo 3

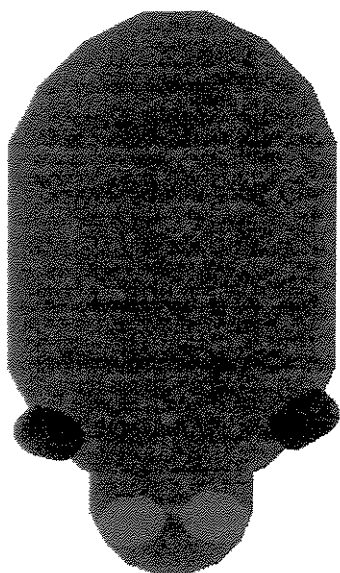


Especialmente interessante de observar foi a reação de Jan., de 12 anos, na tentativa de transpor o modo de desenhar no papel para o modo de desenhar em Logo. Como Jan. se expressava pelo desenho com bastante facilidade e com riqueza de detalhes, as dificuldades que Logo lhe impunha, causavam-lhe visível irritação. Ele levava muito tempo para conseguir um resultado mais pobre, em comparação com o que estava acostumado a fazer e reclamava: "Isto demora demais".

Aos poucos fomos colocando Jan. em contato com os recursos do Logo que permitiam resultados mais rápidos, como o uso de figuras programadas no Editor e o comando "repita".

Em uma das sessões, Jan. teve a oportunidade de experimentar o comando "mudeel", que muda a espessura do lápis. Nós ainda não conhecíamos a possibilidade deste comando aceitar qualquer número e achávamos que nada aconteceria. Mas Jan., após ver como funcionava o comando, perguntou-nos se podia usar a espessura 100. Respondemos que não tínhamos certeza se o lápis da tartaruga podia ter esta espessura, mas Jan. quis verificar por si mesmo e descobriu que podia usar não só o 100, como também o 200.

FIGURA 9 - Tartaruga



Ao fazer esta experiência, Jan. conseguiu uma figura que lhe lembrou a tartaruga. Completou-a fazendo os olhos e as patas, utilizando-se do novo comando, mas mudando a espessura para 30 (Fig. 9).

Desta forma descobriu como conseguir uma forma do comprimento e da largura que quisesse e já colorida, podendo fazer um desenho rapidamente. As contínuas descobertas sobre as possibilidades do Logo foram conquistando essa criança paulatinamente, até que superasse a sua antipatia inicial por Logo.

É frequente que uma criança tente reproduzir em Logo, o mesmo tipo de configuração que conseguiu com outras ferramentas.

A diferença deste desenho de Jan. para os anteriores, de Nat. (Fig 8) e Jo. (Fig. 5), é que Jan. despreendeu-se das tentativas de representar um mesmo tipo de traçado a partir de ferramentas diferentes. Ele estava começando a explorar os recursos de Logo e a aceitar os resultados que começava a obter a partir desta exploração. A partir de então, já não comparava esta produção com a que conseguira com lápis e papel.

Ao contrário de Jo. e Nat., que caminharam mais em direção à situação de resolução de problemas, Jan. desenvolveu uma atividade de *design*, na medida em que não trabalhou com uma idéia *a priori*, mas esta nasceu do interior de sua atividade exploratória de Logo, sugerida pelos resultados obtidos da mesma. A certo ponto, seus objetivos se tornaram mais definidos, ou seja, dar a idéia de uma tartaruga, fazendo os olhos e as patas utilizando-se do mesmo comando que havia explorado antes.

Para quem prefere trabalhar com a criança num ambiente de resolução de problemas, é certo que uma evolução na concepção dos desenhos, que servirão de modelo para o trabalho com Logo, é um dos objetivos a serem atingidos. Está entre as metas do professor ajudar a criança a tornar seus projetos cada vez mais adequados à ferramenta que vai utilizar.

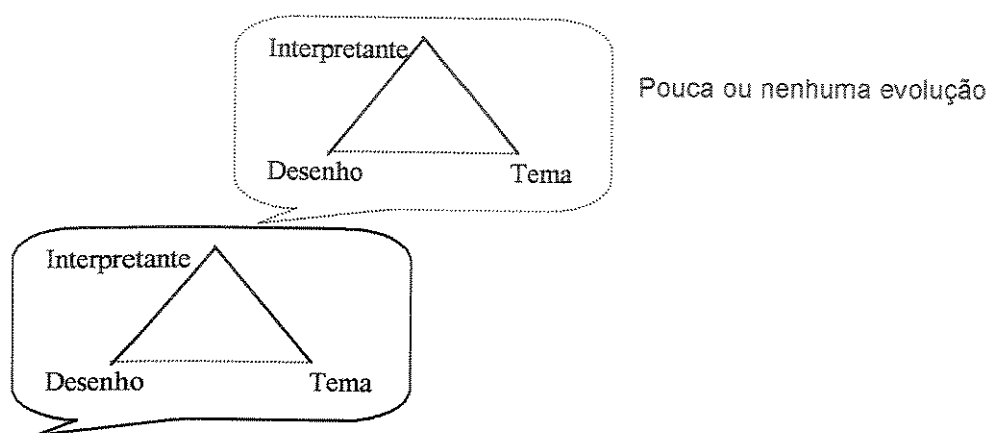
Uma alternativa para se evitar a inadequação do desenho feito no papel, para ser implementado em Logo, tem sido a escolha de um desenho preparado pelo facilitador ou a oferta de um grupo de desenhos com o mesmo nível de dificuldade ou solicitação de determinados recursos, para que a criança opte por um deles. Essa seleção torna a proposta de ensino fechada, como fazem os professores que prescrevem aos alunos atividades e conteúdos, tendo em conta a hierarquia entre os mesmos.

Mas ainda gostaríamos de comparar mais uma vez, e de um ângulo um pouco diferente, o *design* e o ambiente de resolução de problemas, considerando o modelo peirciano de um outro ponto de vista.

Considerando que a criança está trabalhando com uma linguagem computacional ao mesmo tempo que trabalha com a linguagem gráfica, podemos

dizer que ela evolui de um nível de significação para diversos outros, em cada uma dessas linguagens, no decorrer da atividade com o Logo.

Em um ambiente de resolução de problemas, o desenho é definido ou escolhido antes. Então, durante a atividade no computador, a representação do desenho permanece a mesma, sem mudança de sentido ou evolução do tema. Algumas vezes, pode haver mudanças, caso o professor ache interessante discutir a adequação e possíveis adaptações do projeto inicial.

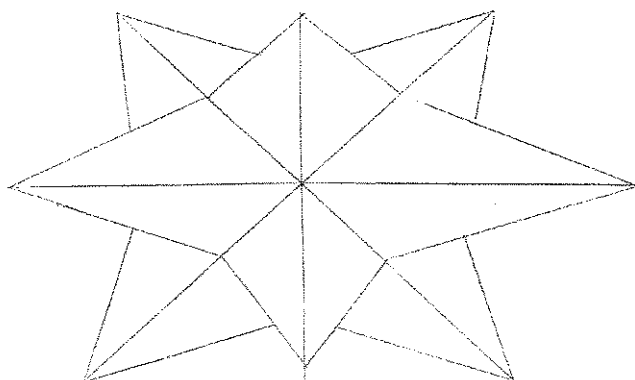


Com relação à linguagem computacional, ou seja, ao nível lógico-matemático dos procedimentos, uma vez que a situação de resolução de problemas facilita a depuração, espera-se que evoluam os níveis de significação dessa linguagem, num encadeamento bem mais amplo de relações triádicas do

que no caso da linguagem gráfica, podendo resultar em procedimentos cada vez mais bem depurados.

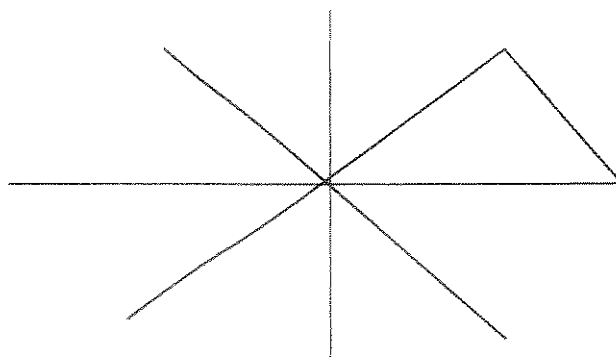
Temos o exemplo de Mic., de 10 anos, que fez um desenho (Fig. 10) na classe e disse ao professor que gostaria de desenhá-lo no computador. O professor nos apresentou o desenho, que

FIGURA 10 – Estrela 1



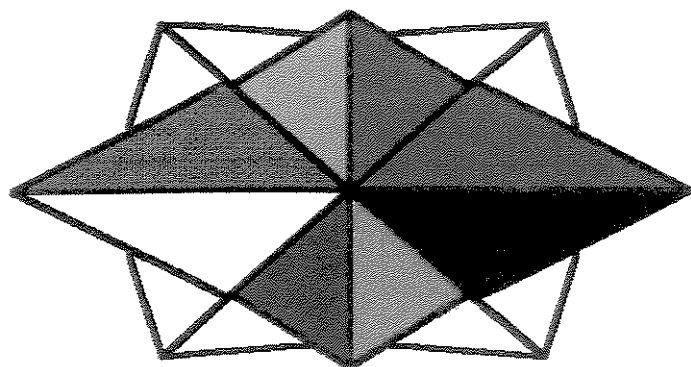
mostrava que Mic. já desenvolvera uma idéia mais compatível do que se poderia desenhar com Logo do que os de Jo. e Nat.

A estratégia escolhida por Mic. para fazer a sua figura no computador foi a de traçar as retas centrais da mesma. A seguir, começou a ligar suas extremidades:



Se seguisse este procedimento, ao invés de obter a estrela desenhada no papel, teria um polígono com divisões. Embora para conseguir ligar essas extremidade, o procedimento não fosse muito mais fácil do que o de completar a estrela, sem dúvida Mic. estava simplificando a idéia da figura. Pedimos que ele comparasse esse desenho com a sua idéia inicial e discutimos uma forma de conseguir traçá-la em Logo, que implicava uma situação de resolução de

FIGURA 11 – Estrela 2



problemas. A tarefa exigia muitas manobras, a anotação de cada ângulo utilizado, para que o outro lado ficasse igual, e Mic. deu mostras de que o trabalho era bastante penoso para ele. Ele esfregava as mãos no rosto e suspirava com vigor e insistência.

Na sessão seguinte, tentamos fazer com que Mic. pintasse a figura, mas ele limitou-se a experimentar cada cor da paleta disponível, uma cor em cada campo da parte central da estrela, sem nenhum critério estético e não quis pintar os campos restantes. Não se mostrava mais interessado por este desenho (Fig 11).

Este foi um trabalho que deu oportunidades a Mic. para elaborar estratégias e planificar um procedimento com Logo que desse um bom resultado, mas Mic., levado a não modificar a idéia do desenho projetado no papel, não conseguiu efetivamente tirar proveito disto. Trabalhou com pouca autonomia, precisando de encorajamento contínuo. Quando fez esse desenho, visando executá-lo no computador, imaginava o que seria adequado fazer, mas não tinha idéia do trabalho que isso daria. A falta de alternativa fez com que o trabalho se tornasse cansativo e houvesse perda de interesse.

Tanto Nat. como Mic. esbarraram nas dificuldades decorrentes de sua pouca experiência com Logo e do caráter fechado que foi dado à sua atividade, uma vez que tinham que perseguir um objetivo pré-determinado e só teriam sucesso se alcançassem aquele resultado previamente fixado. No momento em que a resposta foi restringida a um produto já tão demarcado, as possibilidades de interação com a ferramenta que estavam utilizando também se reduziu a perseguir aquela solução.

Se essas crianças tivessem sido encorajadas a seguir em outras direções, como Mic. tentou fazer, ao invés de ser levado a comparar os dois desenhos, possivelmente mantivessem a motivação e o interesse por mais tempo em sua atividade, uma vez que teriam oportunidade de regular as dificuldades que eram capazes de enfrentar naquele momento. Pensamos que uma intervenção no sentido de tentarem alguma coisa diferente da que estava desenhada no papel, que os levassem a voltar-se para a ferramenta que utilizavam de modo mais lúdico, para explorá-la e descobrirem o que podiam fazer, ao invés de estarem presos a um modelo, poderia evitar a frustração de Nat. e o cansaço de Mic.

Reconhecemos que tratava-se aqui de duas crianças com mais dificuldade que a média para concentrar a atenção e que se aborreciam facilmente quando

estavam diante de um problema. Mas, quando pensamos em buscar soluções que atendam ao interesse de todas as crianças, temos que incluí-las no modo como pensamos em aprendizagem, descobrindo estratégias pedagógicas que sejam boas para todas elas.

Ao longo de nossa experiência com as crianças deste estudo, fomos percebendo que os trabalhos que nasciam da exploração de Logo, seus recursos e comandos, resultavam em composições que, além de interessantes e criativas, também provocavam as crianças a enfrentar desafios. Nat. demonstrou disposição em enfrentá-los em um trabalho posterior ao do Castelo, cuja discussão encontra-se na página 59.

Lu., uma criança de 12 anos, tinha dificuldades de aprendizagem. Ele desenvolveu um *design*, onde tanto a evolução do desenho quanto da utilização da linguagem Logo puderam ser percebidas.

Definimos no editor os procedimentos referentes a alguns círculos de tamanhos diferentes e a um triângulo. Eles foram nomeados como “c1”, “c2”, “c3” e “tri”, que passaram a ser novos comandos disponíveis.

Em um de seus trabalhos, Lu. usou os círculos sem nenhum plano prévio, distribuindo-os pela tela, de modo a formar uma composição simétrica (Fig. 12). Já há *design* envolvido neste simples exercício, que envolveu inicialmente abstrações empíricas, quando houve experimentação das figuras. Posteriormente observamos abstrações pseudo-empíricas, quando preocupou-se em construir uma simetria na colocação dos círculos. Em um outro trabalho, a criança usou, também de forma bastante livre, somente o comando “tri”, testando-o e manipulando-o para ver que efeitos

FIGURA 12 - Círculos

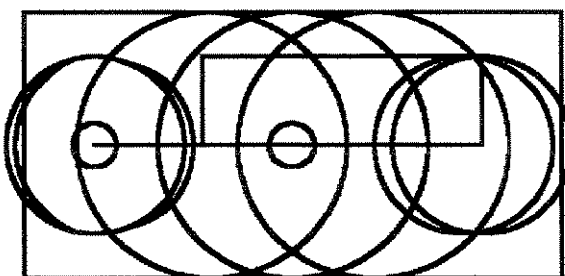
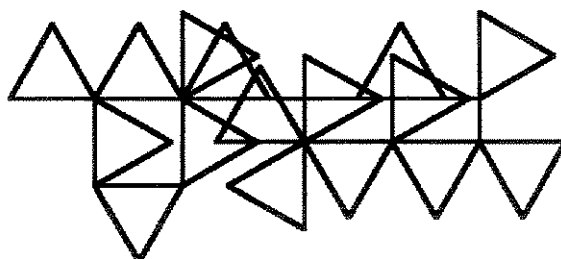


FIGURA 13 - Triângulos



poderia obter com a figura do triângulo (Fig. 13). Entre um comando e outro, solicitamos algumas antecipações sobre a próxima figura a ser desenhada, no sentido de verificar a capacidade de Lu. de raciocinar sobre o programa e estimular a sua reflexão. E ele apontou sem erro com o dedo a posição em que surgiria a próxima figura, tanto no caso dos círculos, quanto no caso dos triângulos. Por exemplo, no caso dos triângulos, o procedimento é assim definido:

aprenda tri
pf 100 pd 120
pf 100 pd 120
pf 100 pd 120
fim

Para saber como a tartaruga riscará o triângulo é preciso considerar a sua orientação, e como o programa funciona. Se a tartaruga estiver apontada para cima, quando o comando “tri” é acionado, ela vai para frente, fazendo o primeiro lado do triângulo e o completa pela direita, produzindo o resultado abaixo:

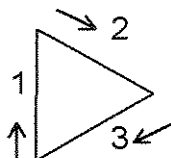
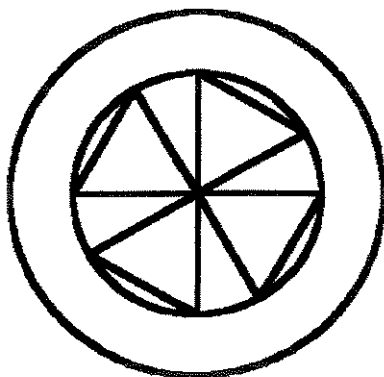


FIGURA 14 - Ventilador



Continuando suas experiências, Lu. construiu, por abstração pseudo-empírica, uma combinação dos círculos com o triângulo, que achou parecida com um ventilador, usando uma determinada configuração que chamara a sua atenção (Fig. 14). Desta vez houve uma organização mais consciente das figuras disponíveis, e a criança soube girar a tartaruga 90 graus após cada triângulo (ver abaixo o procedimento do “trevo”), para fazer o desenho.

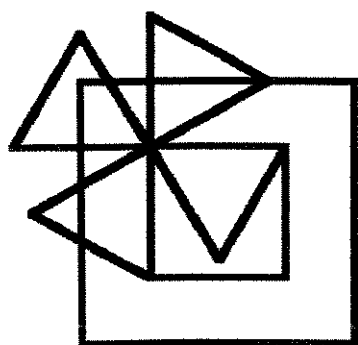
Na sessão seguinte, Lu. quis definir no “caderno eletrônico” (Editor) o procedimento de alguns quadrados, “qua1”, “qua2” e “qua3”, medindo 50, 100 e 200 “passos” de lado respectivamente. Por exemplo:

```

aprenda qua3
pf 200 pd 90
pf 200 pd 90
pf 200 pd 90
pf 200 pd 90
fim

```

FIGURA 15 – Trevo 1

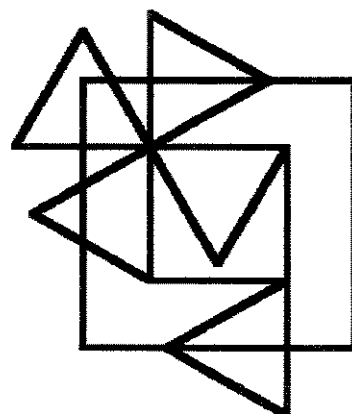


A seguir, começou a organizar uma nova composição. Noções matemáticas poderiam ter sido trabalhadas para que ele conseguisse colocar um quadrado com 100 “passos” de lado, no centro de outro de 200 “passos”. Lu. conseguiu fazer isso intuitivamente. Depois usou o mesmo motivo com triângulos, conseguindo um efeito que o satisfez (Fig. 15). Ao tentar incrementar o seu desenho com mais triângulos, parou na

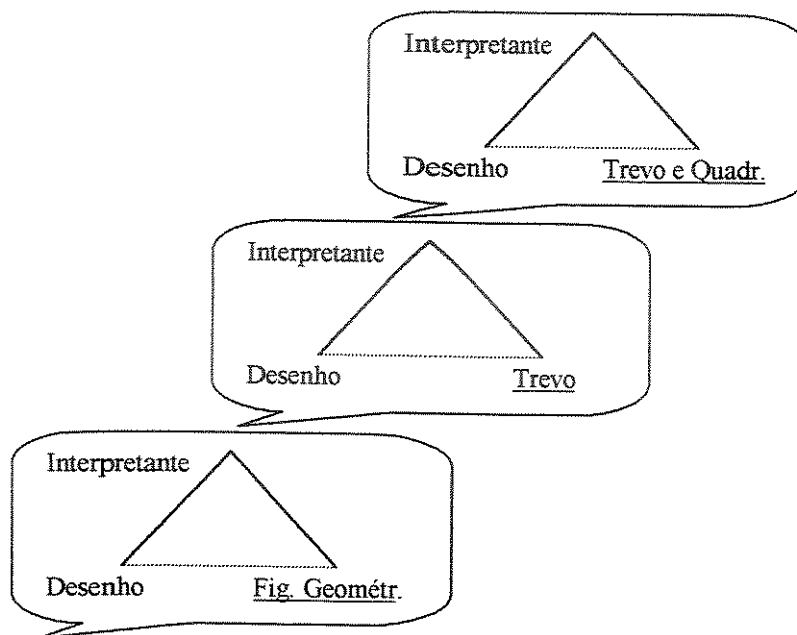
primeira tentativa e reagiu negativamente, percebendo, por abstração pseudo-empírica, uma desarmonia no trabalho pela introdução do novo triângulo (Fig. 16). Seu senso estético entrou em ação e Lu. preferiu deixar o desenho como estava antes.

Até aqui, os resultados conseguidos por Lu. são frutos de alguma intencionalidade e da casualidade. No entanto, os resultados obtidos vão adquirindo significado e despertando paulatinamente

FIGURA 16 – Trevo 2



o interesse de Lu. Figuras geométricas isoladas formaram uma configuração mais complexa, batizada de “trevo”, o qual passou a ser o objeto das novas experiências de Lu. A seguir, ao acrescentar os quadrados, quis continuar a desenvolver o desenho. A semiose desta composição gráfica evolui assim:



Neste ponto, o processo de *design* começou a ganhar alguns objetivos mais definidos, embora ainda localizados. À medida que estes se definiam, novos desafios também apareciam no uso da linguagem computacional.

Para facilitar a continuidade desta composição, pois Lu. queria abandoná-la neste ponto, sugerimos à criança que definisse “trevo” no editor. Por abstração pseudo-empírica, Lu. recuperou o que fizera no modo direto:

aprenda trevo

tri pd 90

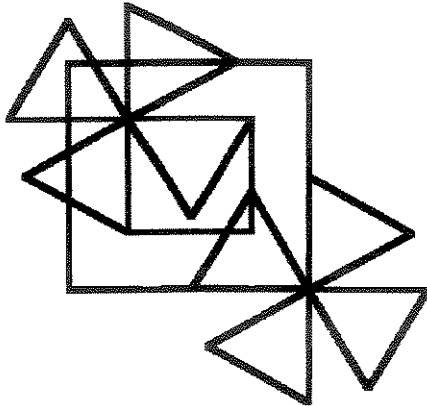
tri pd 90

tri pd 90

tri pd 90

fim

FIGURA 17 – Trevo 3



Questionado sobre uma outra maneira de usar o trevo no desenho, (uma vez que a tentativa mais casual como a da figura anterior não agradara), a criança definiu o lugar onde deveria ficar o segundo trevo (Fig. 17) e colocou a tartaruga em posição de execução. Aqui percebemos que Lu. se dedicou a reelaborar seu desenho para depois voltar à linguagem computacional e conseguir implementar a nova idéia. Em seguida, apresentamos o procedimento do desenho completo que foi definido no editor, reconstituindo, por abstração reflexiva, todos os

passos dados para a execução do desenho, momento importante do trabalho sobre a linguagem, quando se procura a forma mais econômica de se conseguir um programa:

aprenda desenho

qua3

pf 50 pd 90

un pf 50 pe 90 (posicionando a tartaruga dentro do quadrado maior, "qua3", para fazer o quadrado menor)

ul qua2

pf 100 pd 90 (posicionando a tartaruga na extremidade superior esquerda do quadrado central, voltada para o lado direito da tela)

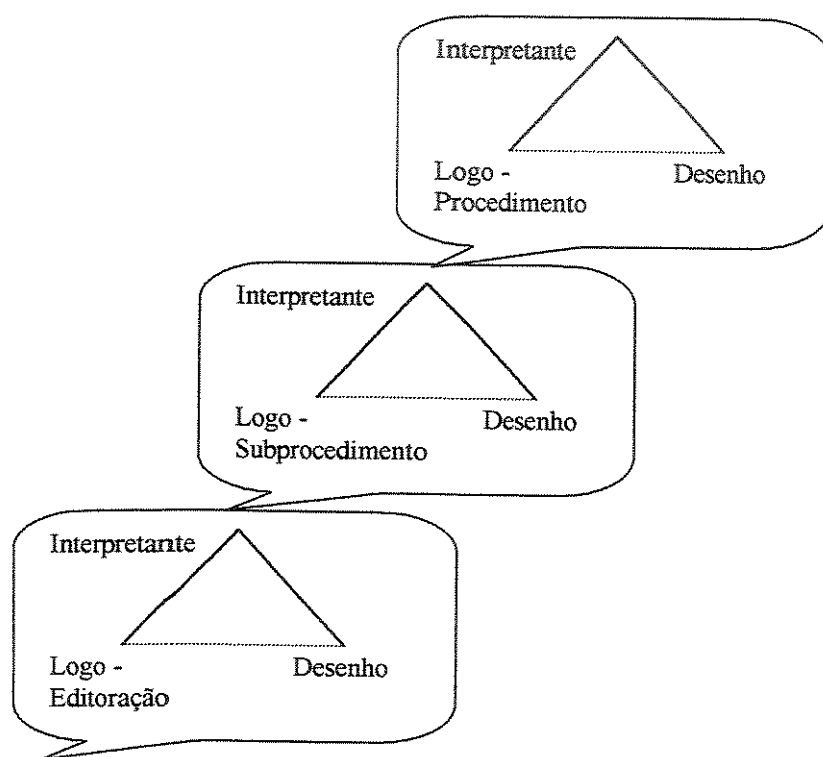
trevo

pf 100 un pf 50 pd 90 pf 150 (posicionando a tartaruga na extremidade inferior direita do quadrado maior, voltada para baixo)

ul trevo

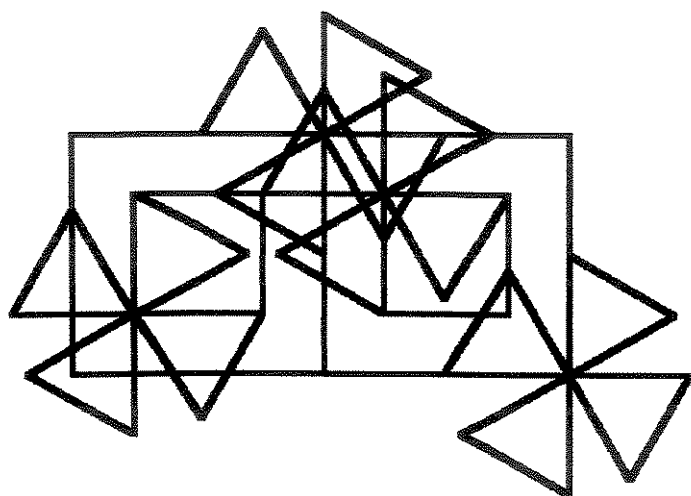
fim

Lu. aprendeu que podia criar um novo comando, gravando um procedimento no Editor sob um nome qualquer. A seguir, descobriu que este novo comando podia ser parte de um procedimento maior e que isto facilitaria a execução de novas composições gráficas. Por fim, Lu. editou um procedimento mais complexo, utilizando-se do subprocedimento anterior, depurando o procedimento executado no modo direto. Mais adiante, ele pôde ainda manipular este procedimento, multiplicando-o e refletindo sobre seu funcionamento. A semiose da utilização de Logo por Lu pode ser assim demonstrada:



O passo seguinte foi colorir o desenho. Lu. pesquisou como conseguir as mais diversas cores com os dispositivos de que o programa dispõe, fez suas escolhas, e coloriu o desenho. Na impressão, o desenho ficou em um canto da página, deixando muito espaço disponível.

FIGURA 18 – Trevo 4



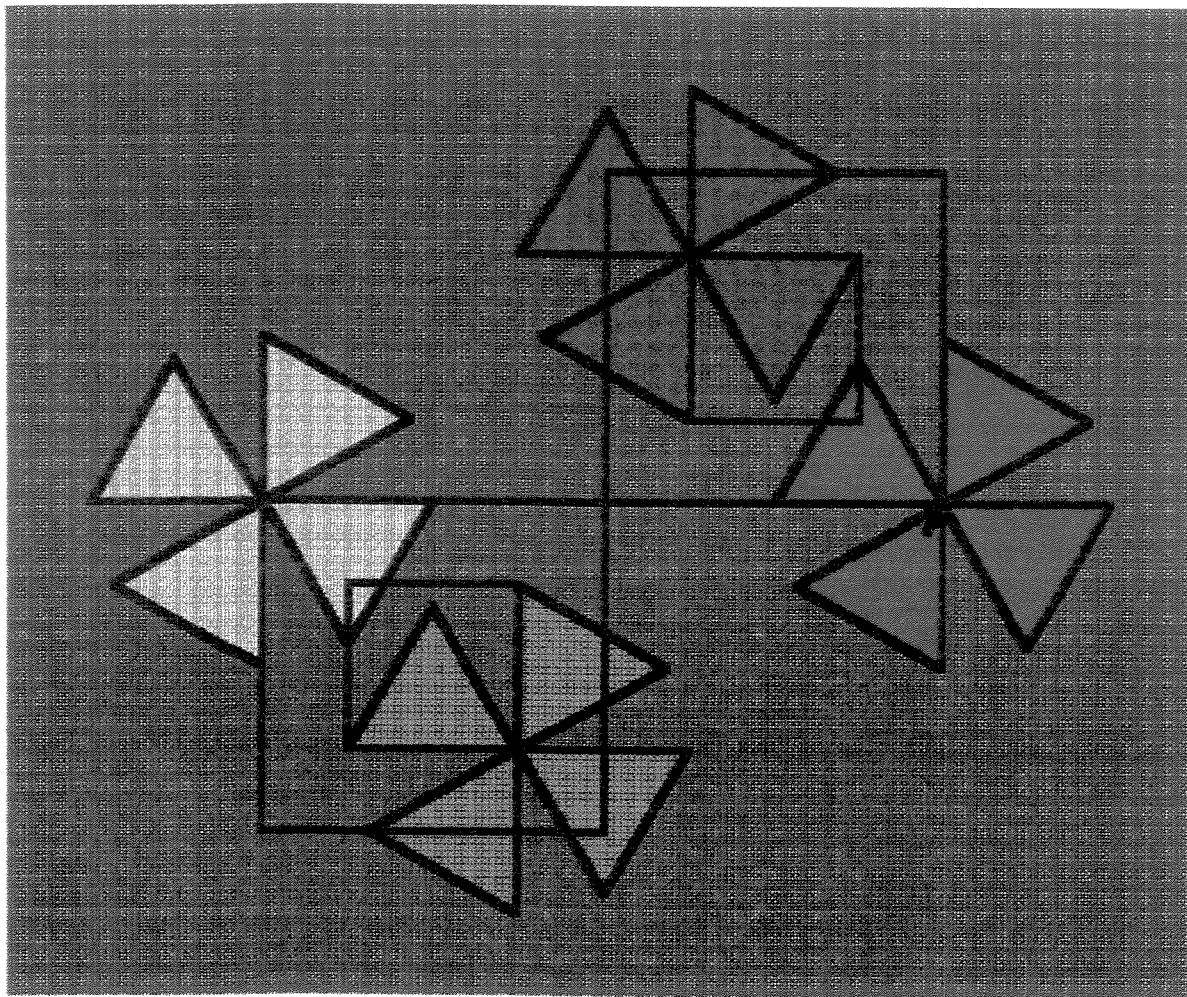
Na sessão seguinte, conversamos sobre a possibilidade de usar mais o espaço disponível. Lu. teve a idéia de repetir o mesmo desenho em espelho, na diagonal, indicando o espaço que queria preencher. Mas virou a tartaruga 90 graus para a esquerda (ela estava na extremidade esquerda inferior do quadrado maior, onde o

desenho foi iniciado), e quando executou o programa do desenho, este saiu ao lado esquerdo do outro, com partes se sobrepondo de modo completamente diferente do que pretendia. “Estraguei todo o meu desenho” exclamou Lu. (ver na Fig. 18 o resultado sem o colorido).

Novamente surgiu a oportunidade de trabalharmos o aspecto computacional, chamando a atenção de Lu. para o seu programa e levando-o a refletir sobre o seu funcionamento e providências a tomar para que fosse corrigido. Abrimos novamente o desenho anterior e pedimos a Lu. que experimentasse o que havia programado, atendo-se à maneira como a tartaruga faria o desenho. Imediatamente ele percebeu, por abstração reflexiva, que deveria ter virado a tartaruga 180 graus, ao invés de 90, para que ela executasse o programa da forma como ele imaginara.

Terminamos o trabalho conversando sobre as cores que ficariam bem, para colorir os trevos que faltavam, e se Lu. preferia misturar muitas cores diferentes ou usar menos cores, combinando as mais parecidas. Observamos alguns desenhos que estavam disponíveis na sala e ele preferiu a segunda opção. O senso estético de Lu. foi seu guia para este último acabamento e ele ficou visivelmente satisfeito com o resultado final (Fig. 19).

FIGURA 19 – Trevo 5



Este trabalho foi o produto de um processo criativo de *design* sobre materiais que iam surgindo da exploração direta de Logo, ou seja, surgiu da construção de figuras que iam sendo utilizadas na construção de módulos, que por sua vez iam sugerindo novas idéias até chegar ao desenho final. Este desenho não estava previsto de nenhuma forma no início do processo e dificilmente teria sido planejado por Lu., antes de começar a trabalhar no computador.

Seu desenho, portanto, tem peculiaridades que nasceram do que foi vivenciado durante o processo, dos novos recursos experimentados e das

descobertas de Lu. sobre as características e utilidades de Logo. A riqueza e até mesmo a qualidade estética do desenho nasceram deste processo.

As crianças têm dificuldades para prever como seus desenhos à lápis podem ser programados em Logo, como Jo., por exemplo (p. 71). Elas também não são capazes de prever o nível de dificuldades que podem ou estão dispostas a enfrentar, como é o caso de Nat. (p. 73) e Mic. (p. 78). Já para Lu., as dificuldades vão surgindo de um processo evolutivo da organização dos materiais experimentados. Esta evolução não se dá espontaneamente todo o tempo. No caso acima, embora Lu. seja uma criança bastante envolvida no desenho e que busca uma organização por si mesma, a presença do professor é importante na apresentação de novos recursos, na sugestão de uma estratégia, no encorajamento quando as idéias pareciam se esgotar ou algo saía errado, no apoio às dúvidas e outros problemas.

Comparando o *design* e a resolução de problemas, tal como observados acima, pensamos que o processo de *design* no ambiente gráfico de Logo permitiu que o significado do desenho se ampliasse, se tornasse mais complexo e que Logo fosse explorado em algumas de suas inúmeras possibilidades. No ambiente de resolução de problemas, o raciocínio lógico-matemático é priorizado. No processo de *design*, o senso estético e a criatividade também se destacam

Podemos reafirmar, a partir destas observações, o caráter mais aberto da abordagem do *design* frente à resolução de problemas e, portanto, sua maior identificação com os sistemas abertos de ensino.

A linguagem computacional Logo tem um caráter interdisciplinar em si mesma e também pelo que ela permite produzir. No ambiente gráfico, quando se desenha com a liberdade que o *design* permite, o desenho é parte da atividade, é um conhecimento que passa por um processo de construção enquanto a criança programa. Além disso, é o objetivo da atividade do aluno, enquanto Logo será por um tempo considerável apenas um meio, uma ferramenta para se obter o desenho até que a programação em si possa seduzir a criança.

3.3 A afetividade no processo de *design*

Em todo o desenvolvimento deste estudo, a relação lúdica e afetiva que as crianças estabeleceram com Logo e com os seus desenhos, bem como a evolução desta relação durante a atividade, esteve no centro de nossas preocupações e marcou a nossa observação.

Assim, a participação da afetividade vem permeando toda a nossa discussão e gostaríamos de sublinhar a sua relevância para a abordagem que estamos dando ao trabalho com Logo.

Cognição e afetividade são dois aspectos indissociáveis presentes em toda ação. As motivações para cada conduta provêm da afetividade e mobilizam a energia que dá orientação à atividade cognitiva. Esta atividade pode ser bastante prejudicada pela condição afetiva da criança. Segundo Kamii & Devries (1975, p. 104):

“Se a criança está ansiosa e desencorajada, ou afetivamente perturbada por qualquer razão, o seu desenvolvimento geral em todos os domínios será entravado, na medida em que suas preocupações infelizes canalizam as suas energias”.

Dan., de 9 anos, era uma criança com comprometimentos múltiplos, de ordem física, mental e psicológica.

Ela trabalhou no computador com uma simplificação da linguagem Logo, que dispensava o uso dos números, utilizando apenas as letras F, T, D e ES, para movimentar o cursor para frente, para trás, para direita e esquerda respectivamente.

Mesmo reduzindo a complexidade da linguagem, Dan. precisava de ajuda para ordenar seu pensamento e para refletir sobre os comandos que deveria usar antes de dar cada passo. Para isso, costumávamos fazer perguntas sobre o que ela ia fazer a seguir e o que tínhamos que dizer à tartaruga para conseguirmos o resultado pretendido. Do contrário, Dan. parecia dar os comandos aleatoriamente, sem pensar no efeito que produziriam. Como tinha dificuldades para expressar-se

e para formar uma imagem mental do tema que escolhia, sempre começávamos a atividade no computador após trabalhar a imagem com algum outro meio de expressão.

Em uma das sessões, Dan. fez uma casa por meio de colagem com tiras de papel, conseguindo um resultado irregular, com descontinuidades entre os segmentos, por causa de sua dificuldade motora (Fig. 20).

FIGURA 20 - Colagem



Manifestou seu desagrado por achar a casa “mal feita”, índice da frustração que sentia com relação às suas limitações, e não queria desenhar a casa no computador.

Em outra sessão, com a intenção de fazer com que Dan. continuasse envolvida com o trabalho já iniciado em sua colagem, começamos a conversar para encontrar outras razões possíveis que pudessem justificar a aparência da casa: um terremoto, a casa dançando, tremendo, nervosa, etc. Propusemos a criação de uma história, para explicar a aparência da casa e que foi escrita a seguir segundo os argumentos da criança, conseguidos por meio de algumas perguntas que lhe fizemos sobre a casa e seus habitantes. Mesmo com dificuldades para verbalizar suas idéias, forneceu o material para a história da “casa nervosa” (Fig. 21).

Este foi um momento em que a ludicidade prevaleceu sobre o adaptativo e Dan. pôde trabalhar mais livremente com seus objetivos. Ela passou da atitude de quem tem uma tarefa a fazer, em que sentia-se pressionada a dar uma determinada resposta, para uma outra disposição, em que podia brincar com o objeto que manipulava, em busca de possibilidades variadas de ação sobre o mesmo. Tal mudança reflete a passagem de uma situação de características pertencentes a programas fechados de ensino para outra, que é própria dos programas mais abertos. Permitiu-se que Dan. mudasse os objetivos da tarefa para atender às suas necessidades, de modo que ela mesma reavaliasse os

resultados obtidos com a colagem e estruturasse metas que dessem continuidade à esta atividade. Graças a esta transformação na relação de Dan. com a colagem, deslocando o seu ânimo da rejeição para o entusiasmo, pudemos partir para o desenho no computador.

FIGURA 21 – A casa nervosa

daniela

a casa nervosa



era uma vez uma casa

que era muito nervosa

moravam cinco meninos dentro da casa

eram o joão, o juliano, o joão pedro, o edinelson e o tiririca

o tiririca era o mais danado

porque sujava toda a casa

tinha também o tio juraci

que também sujava a casa

só a tia karem limpava a casa

um dia a tia viajou

então ficou o tiririca sujando tudo na casa

e os outros ajudando

por isso a casa ficou muito nervosa

e começou a tremer

Quando acontecia algum erro ao trabalhar na máquina, os sentimentos de inferioridade de Dan. se manifestavam em toda a sua atitude corporal e num suspiro de desânimo, porque novamente o que valia para ela era a tarefa de acertar o traçado da casa, enquadrando-a nos padrões tradicionais das “casinhas” infantis. Ao invés de levar Dan. a corrigir esse erro, estimulávamos a comparação

com a colagem e sua história, no sentido de assumirmos que aquela ponta criada fora de lugar deveria permanecer, para dar a idéia do nervosismo da casa que tremia. Procurávamos estimular algum ajuste na direção da tartaruga e a continuação do desenho, até que a criança decidiu fazer “erros” deliberadamente para que a casa ficasse mais parecida com a da colagem. Novamente Dan. se deixou atrair pelo lúdico, pela liberdade com que tratara a casa da colagem por meio da criação de uma história, inventando uma forma de colocar a casa da colagem e a do computador em relação. Esta flexibilidade para criar e transformar os objetivos esperados, foi permitida pelo tratamento aberto que foi dado à atividade.

Para fazer este desenho, Dan. precisou também refletir sobre o uso da linguagem computacional. A depuração, com o objetivo de corrigir as partes já desenhadas numa direção indesejada, era muito difícil para ela, mas foi-lhe possível, com muita concentração, retomar a direção correta da tartaruga para continuar o desenho. Quando Dan. resolveu deixar partes da casa incompletas intencionalmente (na parte superior do telhado e na porta), estava fazendo-o de propósito, ou melhor, criando no computador uma imagem da casa nervosa (Fig. 21), mas sem copiá-la diretamente da colagem. Isto demonstra que Dan. havia aceitado melhor a casa que executara anteriormente.

A auto-imagem de Dan. vinha sendo minada constantemente por sucessivos fracassos escolares, pois as suas possibilidades de realização sempre estavam aquém do que lhe era proposto na sala de aula ou dos trabalhos de seus colegas, que ela comparava com os seus.

A exposição aos fracassos sucessivos diminuem a confiança, reduzem a vontade de fazer novas tentativas e cristalizam o sentimento de inferioridade. Pensamos que a nossa principal participação na atividade acima, foi a de interagir com a criança, confrontando-a com pontos de vista diferentes do seus, tanto no aspecto cognitivo quanto no afetivo, com especial destaque para este último. Diante das peculiaridades de Dan., a saída foi usar o lúdico para livrá-la dos padrões preestabelecidos e levá-la a encontrar uma relação possível com o seu trabalho, a partir dele mesmo, daquilo que ela podia obter, livre da comparação

com quaisquer padrões plasmados interna ou externamente a ela mesma. Tentamos ajudá-la a desenvolver uma atividade de *design* a partir de uma idéia, liberando-a de ter que atingir resultados pré-definidos, que a levariam, provavelmente, a enfrentar novas situações de fracasso e a aprofundar seus sentimentos de inferioridade.

Lembramos aqui o trabalho de Nat., comentado na p. 73, que revelou o quanto era difícil para esta criança manter-se numa atividade de resolução de problemas, uma vez que a cada falha em atingir o objetivo determinado, ela sentia que não sabia fazer nada e queria desistir do que fazia. Bem diferente foi o seu enfrentamento de uma experiência mais aberta, numa situação de *design*, que culminou no Catavento (p. 51). Neste desenho, após adquirir confiança nas experiências livres com figuras geométricas, montou um trabalho complexo para ela, enfrentando problemas diversos e uma expressiva quantidade de erros, mas que Nat. esteve disposta a enfrentar.

A ausência de tensão, que provoca ansiedade e afeta a autovalorização de uma criança, é importante para que a aprendizagem transcorra sem bloqueios.

Para Bruner (1973), a atitude lúdica – que é produtora de “*designs*” - é importante para fomentar o desenvolvimento cognitivo, pois é redutora das tensões do ambiente de aprendizagem. No ambiente lúdico, a criança “aprende que as conseqüências dos seus atos não são tão extremas quanto esperava ou temia” (p. 132), podendo se despreocupar das antecipações dos resultados da atividade.

A noção de sucesso e fracasso, presente nos programas fechados de ensino, “distrain” a criança da aprendizagem, com a ansiedade em atender expectativas das pessoas importantes para ela, com a retribuição que estes resultados provocam (recompensas e sanções) e a comparação com os sucessos dos companheiros, que pode acentuar sentimentos de inferioridade ou superioridade.

Uma das vantagens da atividade aberta de ensino, sem um objetivo bem delimitado com antecedência, como ocorre no *design*, é o prazer com que a criança realiza a sua atividade e a recompensa que obtém desse prazer e das

conquistas obtidas como consequência da sua ação, sem a preocupação de estar sendo bem ou mal sucedida em atingir um alvo.

Pode-se argumentar que a ausência de um problema bem delimitado, estabelecido *a priori*, levaria a criança a se desviar dos novos desafios que exigem dela a construção de novos conhecimentos. Pensando desta forma, em uma situação de *design*, em que a criança modifica as suas metas durante o processo, ela tenderia a estabelecer objetivos que pudessem ser enfrentados com os esquemas que ela já possui, sem a necessidade de ultrapassar seu estado de equilíbrio cognitivo atual.

No entanto, encontramos apoio na teoria de Piaget, para acreditar que a criança não foge dos desafios para aprender, pois ela tem “fome” de novos conhecimentos. Mantovani de Assis (1997) explica que, segundo essa teoria, a construção do conhecimento se dá por motivos intrínsecos ao próprio funcionamento das estruturas cognitivas, que têm necessidade de funcionar e se desenvolvem, porque funcionam. A propriedade inerente ao funcionamento cognitivo que leva ao desenvolvimento intelectual é a atividade assimilativa das estruturas cognitivas, cujos esquemas tendem a aplicar-se repetidamente e a generalizar-se a tudo que for assimilável no ambiente. Quando a assimilação não é possível, o esquema se modifica pelo processo de acomodação, dando origem a um novo esquema, com a mesma necessidade de funcionar e estender-se a novos objetos, o que constitui a necessidade de conhecer.

Para Piaget (1964), o interesse é a força psíquica que representa “a relação entre um objeto e uma necessidade, pois um objeto torna-se interessante na medida em que corresponde a uma necessidade. Assim sendo, o interesse é a orientação própria a todo ato de assimilação mental”. No processo assimilativo, “a relação de incorporação entre o objeto e o eu não é outra que o interesse no sentido mais direto do termo” (p. 38).

Se é uma necessidade dos esquemas de assimilação incorporar a si todo objeto que lhes for possível assimilar, as realidades que despertam o interesse da criança são aquelas que se identificam com as necessidades de suas estruturas mentais, que dependem “do equilíbrio mental momentâneo e, sobretudo, das

novas incorporações necessárias à sua manutenção” (Piaget, 1964, p. 39). Assim, as atividades atraentes para a criança são aquelas que alimentam seus esquemas atuais, que colocam em ação conhecimentos já adquiridos ou que têm conexão com estes conhecimentos anteriores, permitindo ampliações e transformações destes esquemas ao aplicarem-se a realidades novas.

A desistência de Nat. (p. 73) e o cansaço e desinteresse de Mic. (p. 78) nos trabalhos indicados, seguramente apontam para uma incompatibilidade entre a tarefa que realizavam e os esquemas que podiam ou necessitavam mobilizar. Para que uma criança tenha motivação para manter-se em uma determinada atividade, esta deve corresponder às estruturas cognitivas que possui. A experiência dessas crianças em desenhar utilizando a linguagem Logo era insuficiente para enfrentar a complexidade dos problemas que seus projetos lhes impunham, esgotando suas possibilidades de manterem-se interessadas. É que o interesse pelo conhecimento mobiliza as energias internas do sujeito cognoscente, fazendo com que um trabalho pareça fácil e menos fatigante (Piaget, 1964).

Dan. também nos deu um exemplo de como o seu interesse pela atividade a levou para longe do seu ponto de partida cognitivo, apesar das suas limitações nesse sentido, guiada por necessidades internas de organização de um conhecimento. Este referia-se à construção da imagem de um Papai Noel, abordada como um *design*.

Quando Dan. se propôs a fazer o Papai Noel, solicitamos que nos mostrasse como ele deveria ser, desenhando-o no papel (Fig. 22), em razão das suas dificuldades para explicar como faria o seu desenho durante o processo de desenhar no computador. Ela fez algo que parecia ser uma figura humana, limitada a um quadrado com dois traços verticais para indicar as pernas.

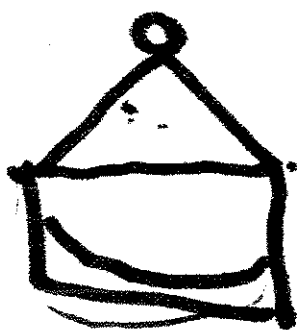
Ao começar o desenho no computador, perguntamos por que estava fazendo um traço em

FIGURA 22 – Papai Noel 1



diagonal. Desenhou, então, um quadrado, um círculo e um triângulo no papel, apontando este último, feito com uma bolinha na ponta superior, como a figura que queria desenhar na tela. Compreendemos que ela queria fazer o chapéu do Papai Noel. A seguir, Dan. nos disse que precisava desenhar o cinto do Papai

FIGURA 23 – Papai Noel 2



Noel. Pedimos que nos mostrasse no papel onde ela o faria. Ela fez um quadrado cortado pelo cinto logo abaixo do chapéu (Fig. 23).

Antes de retomar o trabalho no computador, ela disse ainda que precisava desenhar os olhos, percebendo a necessidade de fazer um rosto. Outra vez solicitamos que nos indicasse no papel como o

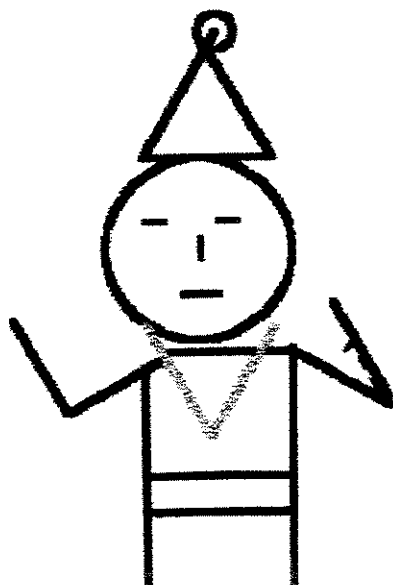
desenho ficaria. Dan. o refez com uma forma circular abaixo do chapéu, onde colocou olhos e boca (Fig. 24).

FIGURA 24 – Papai Noel 3



Ao executar o desenho no computador, Dan. lembrou-se que o Papai Noel devia ter uma barba e depois fez braços a partir de um traço horizontal, logo abaixo da cabeça. Numa segunda

FIGURA 25 – Papai Noel 4



sessão, voltou à idéia do cinto do Papai Noel,

o que tornava necessária a presença de uma nova estrutura, o corpo, como já desenhara anteriormente no papel. Só então terminou o desenho com os traços verticais para as pernas (Fig. 25).

Há uma grande diferença entre a representação inicial do Papai Noel e o resultado final realizado no computador. Não havia de início tantos elementos, muito menos a estrutura completa e detalhada da figura do Papai Noel. Os detalhes eram apenas orelhas (que não aparecem no desenho final) e a bolinha pertencente ao chapéu em um dos cantos

da figura feita no papel (Fig. 22). Novos detalhes emergiam na memória de Dan., que caracterizavam a figura de Papai Noel para ela, cada vez que tinha que antecipar o que tinha de desenhar na tela.

O surgimento desses detalhes foram aproveitados para que interviéssemos, perguntando o que era preciso fazer para localizá-los no desenho. O resultado foi uma reorganização do esquema corporal primitivo do boneco para outro bem mais complexo e completo.

Ao contrário dos desenhos das outras crianças, que fazem desenhos no computador bem mais econômicos e simples que os realizados no papel, Dan. incrementou o seu desenho, tornando mais complexo o seu problema, ao invés de simplificá-lo.

Dan. tinha grandes problemas para enfrentar a linguagem com a qual desenhava, pois lidar com o espaço lhe era difícil. Como já mencionamos, a simples pilotagem da tartaruga era complicada, pois ela ainda não estabelecia uma relação de causa e efeito muito clara entre os seus comandos e o que a tartaruga executava. Neste desenho, Dan. tentou fazer a mão do Papai Noel, enquanto a observávamos em silêncio, e conseguiu uma figura espiralada. Questionada sobre o que estava fazendo, queixou-se de que o computador não estava fazendo a mão como ela queria. Apagamos a mão e a deixamos de lado.

Mas, por certo, havia fortes razões impulsionando o desenrolar da atividade de Dan. Uma delas era o poder que o computador lhe dava para desenhar sem tremer, pois suas dificuldades motoras a desencorajavam para fazê-lo com os outros instrumentos, que dependiam da sua mão. Embora tenha demonstrado que tinha condições de aperfeiçoar o esquema corporal do Papai Noel, ao desenhar no papel, ela provavelmente se sentia desmotivada para fazê-lo.

Dan. não agiu de maneira a evitar problemas e a usar somente seus esquemas conhecidos, mas enfrentou desafios. As circunstâncias que se criaram, permitiam-nos identificar claramente para onde seu interesse estava voltado, ensejando intervenções que solicitavam o seu desenvolvimento cognitivo. Embora uma atividade aberta como o *design* possibilite ao sujeito optar por uma ou outra

solução durante todo o processo de trabalho, também oferece ao professor ocasiões precisas para propor problemas, desde que no contexto da orientação que a própria criança dá à sua atividade, ou seja, segundo o seu interesse.

O trabalho de Dan. acima tem um interesse especial no que diz respeito à transformação da imagem. Já o desenho da tartaruga de Jan., apresentado na p. 75, ilustra como a criança foi impulsionada por motivos intrínsecos a fazer novas descobertas quanto ao modo de construir imagens e a enfrentar as dificuldades resultantes no campo computacional.

A curiosidade por um novo comando deu início à atividade que levou Jan. a desenvolver o seu desenho. A curiosidade é um motivo intrínseco, em que nossa atenção é despertada por algo obscuro e é mantida até que a dúvida se esclareça (Bruner, 1973). Jan. queria saber quais eram as possibilidades do novo comando e lançou-se à pesquisa de quantas grossuras de lápis eram possíveis. A seguir quis conhecer a possibilidade de se construir uma figura com este comando. Enfrentou, então, as novas dificuldades na pilotagem da tartaruga, pois a avaliação das distâncias é muito diferente, se as espessuras do lápis forem variadas.

De maneiras diferentes, mas com uma importante marca em comum, o interesse de Dan. e Jan. para desenhar com Logo foi despertado pelo poder que esta linguagem computacional lhes dava para fazer algo diferente e melhor do que faziam à mão. Para Dan. era um instrumento que não era afetado pelas suas dificuldades motoras, uma ferramenta ainda meio mágica que lhe permitia desenhar como nunca dantes. Jan. também admitiu, quando lhe perguntamos se ele tinha encontrado alguma vantagem em desenhar com Logo, que ele “fazia muito mais bem feito”. Mas para reproduzir a forma como ele desenhava a mão, pilotando a tartaruga ponto a ponto, achava que “isso vai muito devagar”. Seu interesse foi definitivamente despertado, quando descobriu formas diferentes de desenhar, que só podia fazer com a linguagem computacional, com o comando “repita” e o “mudeel” (para mudar a espessura do lápis).

Cle., de 11 anos, era uma criança com medo de errar. Preferia trabalhar no computador em dupla, para que o colega se responsabilizasse pela execução

do desenho no computador. Ele preferia assistir, dando palpites sobre como deveria ser o desenho, sugerindo medidas, lembrando ângulos, mas não queria escrever os comandos. Seu colega Rod., da mesma idade, tinha menos iniciativa, mas escrevia os comandos. De início, ambos eram passivos e não apresentavam idéias para desenhar no computador.

Começamos, então, a mostrar os recursos da linguagem que poderiam usar. Fizeram algumas experiências com o comando “repita”, e conseguiram uma escada. Na sessão seguinte, ainda mostravam-se apáticos, como que esperando que decidíssemos por eles o que fazer. Continuamos a apresentar recursos da linguagem computacional Logo. Sugerí que fizessem um quadrado, pilotando a tartaruga e depois que pensassem em como fazê-lo, usando o comando “repita”. A seguir, lhes apresentamos o Editor, para que gravassem o procedimento do quadrado.

Na terceira sessão, Rod. faltou e Cle. relutou em trabalhar sozinho. Procuramos encorajá-lo para continuar a trabalhar com o quadrado e, a partir daquele que já estava pronto, Cle. fez mais três de tamanhos diferentes. Agora tínhamos material para que ele experimentasse desenhar algo. Os novos comandos disponíveis referentes aos quadrados eram “q1”, “q2”, “q3” e “q4”. Fizemos a proposta de que ele experimentasse usar os quadrados para compor alguma coisa na tela. Finalmente, Cle. expressou a vontade de fazer rosáceas com os quadrados, dispondo-os em círculos, como ele nos vira fazer antes, quando mostrávamos o que o “repita” podia realizar.

Ele encantara-se com a possibilidade de a tartaruga sair desenhando sozinha tantos quadrados, formando uma figura interessante e queria experimentar fazer o mesmo. Como Cle. ainda não tinha idéia de como implementar sozinho o programa da rosácea, escrevemos na linha de comando um programa para ele como fizéramos antes e sugerimos que ele o modificasse para conseguir outras rosáceas diferentes da nossa.

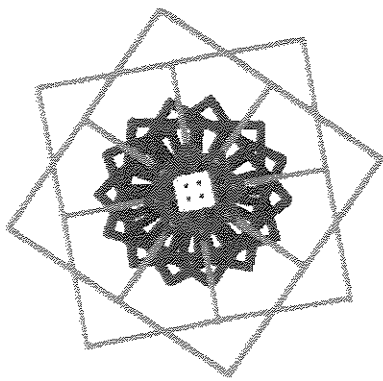
Cle. fez quatro delas, mudando no programa o número de repetições e a medida do ângulo de giro entre os quadrados, além de utilizar os comandos correspondentes aos 4 quadrados que programara, mudando a cor do lápis para

cada tentativa. Ele ficou visivelmente envolvido e ganhou coragem para experimentar coisas novas.

Caso Cle. fosse uma criança alfabetizada e que já estivesse habituada às operações aritméticas, seria uma excelente ocasião para deduzir a relação entre o número de repetições e a medida dos giros (que devem totalizar 360 graus) necessários para completar a rosácea. Porém, na sua condição, ele teve que fazer estes acertos por abstração pseudo-empírica.

Para gravar o procedimento de cada rosácea no Editor, já na quarta sessão, Cle. verificou qual era o número justo de repetições que completavam cada uma das rosáceas, contando quantos quadrados havia e depurando o programa que experimentara de início. Além das cores, escolheu também espessuras diferentes do lápis para cada rosácea e aprendeu a usar os comandos referentes à estas características, para gravar o procedimento completo no Editor.

FIGURA 26 – Rosáceas com Quadrados



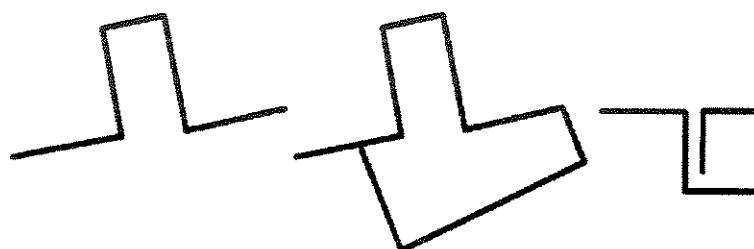
A seguir, para fazer o procedimento final, combinando todas as rosáceas, decidiu em que ordem deveriam aparecer, para que todas ficassem bem visíveis e trocou a cor de uma delas para dar um colorido mais contrastante, completando um processo de *design* que resultou em uma composição de bonito efeito (Fig. 26)

A partir de algo diferente, chamativo, que parecia complexo e que jamais Cle. conseguiria fazer à mão, a criança tímida, medrosa, passiva, tornou-se ativa e começou a experimentar algo novo. Acrescentamos uma grande quantidade de informações novas na mesma atividade, mas isto não diminuiu o interesse de Cle. Seus olhos brilharam ainda mais quando lhe dissemos que ele estava fazendo o que um programador de computador faz.

Aos professores que trabalham com Logo sempre na abordagem de resolução de problemas, este desenho poderia levar a supor que Cle. já tivera uma boa experiência com a linguagem Logo e conheceria bastante sobre a

Muitas vezes incentivamos as crianças a desenvolverem trabalhos com Logo, utilizando os comandos sem nenhum tema ou plano prévio, para que tenham o prazer de experimentar a linguagem computacional sem o compromisso de “acertar”.

FIGURA 27 – Cha, Dan e Fiq



A circular arrangement of overlapping squares, creating a complex geometric pattern. The squares are arranged in a ring, with each square rotated at a different angle, creating a star-like or kaleidoscopic effect. The squares are black outlines on a white background.

Em seguida experimentou em sequência os três comandos criados (Fig. 29) e depois esta mesma sequência repetida três e seis vezes (Fig. 30 e 31). A última opção pareceu mais confusa, e Da. preferiu a repetição por três vezes. Então terminou sua experiência com um interessante produto, que foge aos

105

FIGURA 29 - Chadanfig

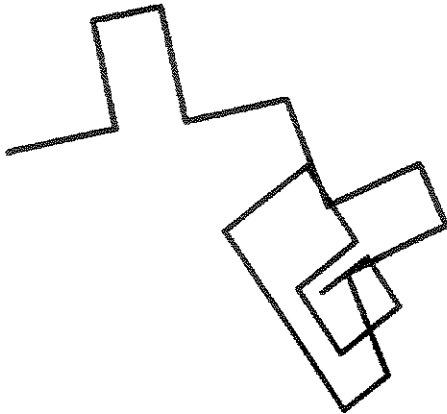


FIGURA 30 – Chadanfig X 3

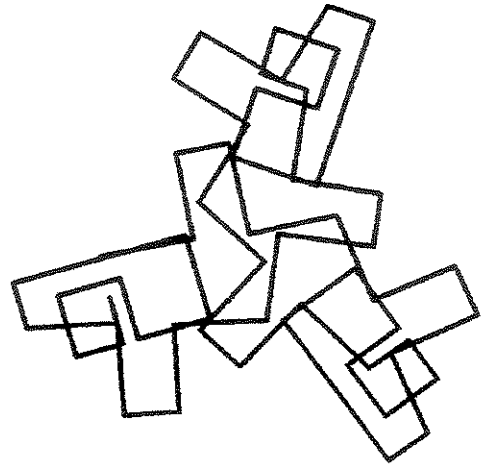


FIGURA 31 – Chadanfig X 6

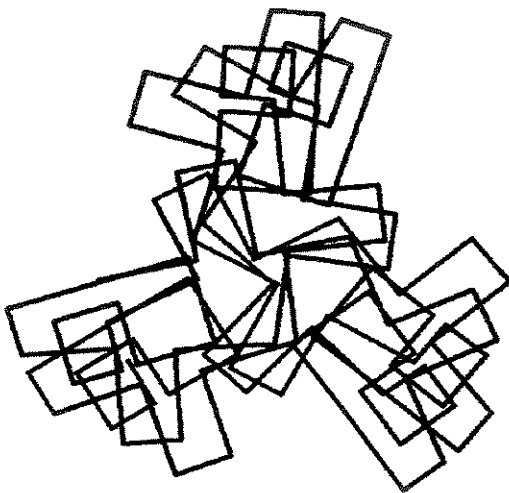
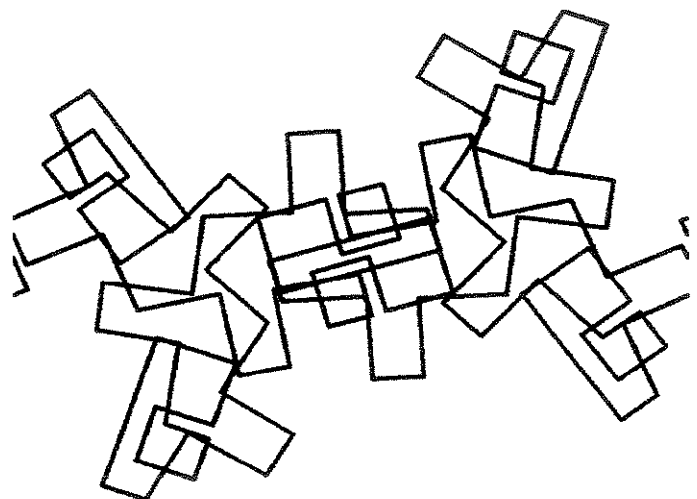


FIGURA 32 – Chadanfig X 3 repetido em espelho



Estes últimos exemplos foram retirados de atividades aplicadas em crianças de 3^a e 4^a séries da escola regular, em nossos primeiros contatos com elas, com o objetivo de apresentar-lhes os recursos de Logo para desenhar. Embora tal atividade não oferecesse dificuldades, as crianças ficavam curiosas para saber que resultados obteriam das suas experiências e surpreendidas com os mesmos.

Além disso, podíamos solicitar que elas procurassem no desenho a sequência de procedimentos e comandos que tinham utilizado, estimulando uma reflexão às avessas. Em vez de implementar o programa para fazer aquele

desenho, tinham que descobrir como e onde o desenho correspondia a determinada parte do programa que haviam criado.

De qualquer forma, a linguagem computacional estava sendo manipulada e qualquer ação sobre a mesma é útil para a sua completa compreensão posterior. A idéia de Papert (1985, 1994) é que as crianças aprendam matemática com a linguagem Logo da maneira mais natural possível, como aprendem a língua materna. Esta linguagem computacional, por sua vez, consiste de um código, com uma sintaxe própria.

Quando aprendemos nossa língua materna, não existe uma preocupação dos adultos em proporcionar uma aprendizagem hierarquizada: das palavras mais fáceis para as mais difíceis, ou primeiro os substantivos e depois as preposições. A criança interage com o mundo da linguagem adulta de forma global e espontânea, em que os erros são esperados e aceitos com naturalidade.

Embora a escola tradicional tenha transformado a aprendizagem do código escrito da língua em uma aprendizagem artificial, em que se aprende uma coisa de cada vez, das mais fáceis para as mais difíceis, os estudos de Emília Ferreiro e Ana Teberosky (1985), entre outros, mudaram esta concepção de alfabetização.

Para essas autoras, a aprendizagem da leitura e da escrita implica uma aquisição conceptual. A criança alfabetiza-se, tratando de compreender ativamente o mundo da escrita e de resolver as questões que esta lhe coloca. Aprende pela ação sobre o código, construindo suas próprias hipóteses, que reorganiza constantemente, tentando entender o que a escrita representa e qual a estrutura do modo de representação da escrita, para adequar suas hipóteses às informações que recebe do mundo.

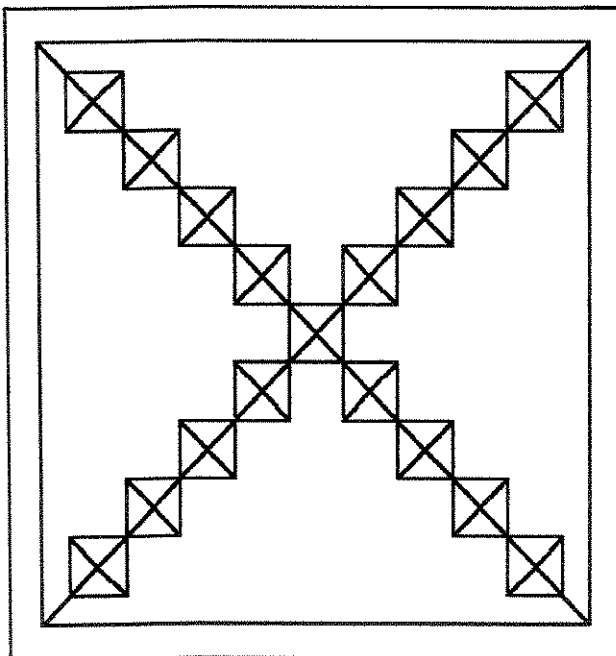
Os programas escolares que trabalham a alfabetização sob esta perspectiva, criam situações que despertam o interesse pela função da escrita, criando a necessidade de a criança expressar-se por escrito com outras pessoas ou registrar algo como, por exemplo, a receita do seu doce predileto. Não se explora uma letra de cada vez, nem famílias silábicas, mas estimula-se a escrita espontânea, respeitando as hipóteses da criança.

Portanto, acreditamos que Logo pode ser abordado com a criança de forma não hierárquica e analítica, de modo que ela não tenha que construir e compreender as noções sintáticas e semânticas envolvidas em cada comando, procedimento ou figuras programadas, antes de usufruir do prazer e do poder que Logo pode lhe proporcionar.

Assim como a criança faz na aprendizagem da linguagem oral e escrita, ela deverá interagir com Logo, no sentido de compreender e dominar cada vez melhor o seu código, lembrando sempre que o professor tem meios para solicitar a reflexão da criança, aproveitando as oportunidades que surgem naturalmente. Ele pode também deixar ao alcance da criança materiais que despertem nela o desejo de desenvolver algum projeto mais estruturado em seus objetivos.

Em uma ocasião, deixamos à disposição das crianças, um pasta cheia de figuras de roupas, louças, tapetes, almofadas e outros objetos, que traziam motivos propícios para serem desenhados com Logo, a fim de que elas tivessem uma referência de como as figuras abstratas que elas vinham produzindo faziam parte do seu mundo e para que elas pudessem colher sugestões para os seus próprios desenhos.

FIGURA 33 - Tapete



Dou. quis fazer um tapete, mas ao invés de copiar uma figura, resolveu utilizar o material que já tinha gravado no Editor, uma vez que o deixamos livre para decidir sobre seguir um modelo ou criar o seu próprio desenho. Ele tinha trabalhado com um triângulo e fizera uma pipa a partir desta figura, gravando o procedimento no Editor. Resolveu usar sua pipa como motivo principal para a construção do tapete. Para isso, teve que modificar o procedimento editado

para diminuir o seu tamanho e depois ordenar as pipas em X com o comando “repita”, para preencher todo o tapete (Fig. 33). Infelizmente o ano terminou antes que ele pudesse criar um outro motivo para colocar nos quatro espaços vazios deixados pelo X, como pretendia.

Embora este trabalho tivesse um objetivo definido desde o início, pelo menos em linhas gerais, ainda há *design* nele, na medida em que a necessidade de alguns elementos, como a barra e um motivo diferente para colocar nos espaços vazios, surgiram depois de construída a parte principal do tapete. Neste desenho, Dou. mostrou como uma criança pode se sentir motivada a escolher um projeto para executar, após explorar alguns recursos do Logo, e ter visto um material que gerou idéias compatíveis com esta linguagem computacional.

Embora este estudo não seja suficiente para demonstrá-lo, pois seria necessário um estudo longitudinal e mais amplo para fazê-lo, parece-nos que as crianças vão aumentando a sua intencionalidade, incrementando a organização dos seus desenhos e antecipando as suas metas cada vez mais. Lu. (p. 80) e Nat. (p. 51), além de Dou., dão sinais disso, ao partirem de experiências livres para executar uma composição cada vez mais estruturada.

A linguagem computacional Logo, concebida como uma linguagem aberta, passível de ser manipulada conforme os interesses e o estilo intelectual do seu usuário, pode desinteressá-lo se for utilizada em propostas de atividade demasiadamente fechadas. A situação de *design*, mais aberta e lúdica, permite que a linguagem seja manipulada e explorada até que o usuário adquira experiência e confiança suficientes para encarar projetos mais definidos e sinta-se motivado a levá-los até o fim.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciarmos este estudo, experimentamos diversas formas de levar as crianças a desenhar com Logo. Alguns destes trabalhos se destacaram como processos criativos e demonstraram a disposição das crianças para enfrentar os desafios dessa linguagem computacional na execução de desenhos. Observamos que as crianças alcançavam estes resultados nas situações em que trabalhavam com mais liberdade para reformular os seus objetivos imediatos e finais, ou seja, nas situações em que desenvolviam um *design*.

Sem dúvida, a abordagem de *design* favoreceu a expressão e a criatividade na construção dos desenhos. Porém, num sentido mais amplo, consideramos os benefícios do *design* como extensivos a processos educativos mais gerais e propício a uma educação aberta à diversidade.

De um modo geral, identificamos nas situações pedagógicas que se desenrolaram segundo um *design*, todas as características próprias dos sistemas abertos, que respeitam a individualidade de cada aluno, oferecendo-lhe o acolhimento e a permanência no espaço escolar, sem que seja pressionado, sinta-se fracassado ou tenha quaisquer outros motivos escolares para desistir de aprender. Na situação de resolução de problemas, a criança encontra flexibilidade para desenvolver a sua maneira de construir um programa em Logo, ao concretizar produtos previstos anteriormente. Já o *design* se caracteriza pela imprevisibilidade em todos os aspectos envolvidos na atividade de desenhar. Elimina-se, no caso, a necessidade de chegar a uma determinada resposta, há um aumento na quantidade de interações entre a criança e os dois sistemas representacionais envolvidos e as ações do professor para estimular avanços na construção de novos conhecimentos se dão conforme as contingências do momento. Além disso, o desenho é trabalhado ativamente pela criança no computador.

De modo especial, pensamos que o *design* favorece o desenvolvimento do usuário dessa linguagem computacional, por manter de maneira incisiva a motivação da criança, pela liberdade e ludicidade que ele é capaz de proporcionar,

favorecendo o envolvimento da criança e o enfrentamento de desafios, sem as pressões advindas da possibilidade de fracassar em dar uma resposta prevista.

Antes mesmo de considerar as diferenças de estilo intelectual entre as crianças, ponderamos sobre o que poderia levá-las a ter sucesso em suas empreitadas no ambiente gráfico do Logo. Uma vez que o interesse é a energia motriz que sustenta a atividade intelectual, sublinhamos a força que o desenho possui para manter as crianças programando em Logo, dado que elas já são naturalmente “sintonizadas” com a atividade de desenhar.

Todos os alunos com quem trabalhamos concentraram sua atenção especialmente no desenho, utilizando novos comandos ou recursos de programação em função do interesse que apresentavam na experimentação de novas maneiras de desenhar e em conseguir configurações atraentes. Não faziam perguntas no sentido de aprender mais sobre a programação em si e sua lógica, mas se encantavam com as descobertas que faziam para obter formas imprevisíveis e diferentes das que já sabiam desenhar.

A maneira de a criança desenhar à mão é na verdade um *design*, em que ela confronta continuamente a sua idéia inicial com os resultados que vai conseguindo, podendo mudar os seus planos iniciais. Conforme observamos no decorrer deste estudo, ao trabalhar no computador, a criança se comporta da mesma maneira se for deixada livre, pois esta é a forma natural de a criança desenhar. O enfrentamento dos desafios ao programar o desenho em Logo é decorrente do interesse da criança em implementar suas idéias gráficas. A linguagem computacional pode ser um instrumento, o “pincel”, o “lápis” que ela utiliza, explora seus efeitos, aperfeiçoando cada vez mais a sua técnica, mas sempre por *feedbacks* sucessivos, que surgem da interação entre os dois sistemas de representação envolvidos. Do conhecimento de um comando ou recurso, surge um momento exploratório que resulta em efeitos interessantes. Em consequência, a criança se esforça para utilizar este efeito em uma organização nova, que dá margem para a busca de novas soluções computacionais. E assim a criança pode se desenvolver nos dois planos de significação, ao invés de concentrar-se apenas na construção de programas para executar um projeto.

As situações de *design* apresentam, ao nosso ver, uma outra vantagem quando a criança se defronta com a programação de um desenho. Elas eliminam grande parte das dificuldades de transposição de um modelo de desenho para sua forma final na tela. Assim, a criança fica liberada para a exploração direta da ferramenta Logo, o que lhe dá acesso mais imediato ao poder que essa linguagem possui para engendrar produtos gráficos atraentes para ela.

Além disso, sem estar presa a um projeto definido em outros meios de expressão, a criança tem oportunidade de exercitar a sua capacidade criativa, produzindo trabalhos esteticamente muito mais originais e fazendo novas combinações e relações entre as formas que vai obtendo na tela.

Trabalhando com liberdade, as crianças pesquisadas produziram um estilo de desenho diferente do conseguido por outras ferramentas gráficas, como o lápis ou o pincel. A matemática que permeia Logo influiu na composição de trabalhos, em que a exatidão na simetria e na ordem com que seus elementos se distribuíam era fundamental. Muitas crianças evoluíram da concepção figurativa para a construção de composições abstratas com naturalidade e respeitando as consignas da linguagem computacional.

Percebemos que a situação de resolução de problemas enseja uma solicitação mais direcionada ao desenvolvimento lógico-matemático, enquanto o *design* abrange uma gama mais ampla de estimulação. No *design* ocorre *bricolage* e regulações cognitivas em todo o campo representacional com que lidamos. Assim sendo, no que diz respeito à interação entre o desenho e a linguagem computacional Logo, os resultados das regulações relativas a um desses sistemas representacionais repercutem-se sobre a forma como a criança atua sobre o outro.

A criança é curiosa, tem uma necessidade intrínseca para explorar e aprender e será assim sempre que o seu interesse for mantido. E este se manterá frente aos desafios que forem compatíveis com o equilíbrio atual das suas estruturas cognitivas, com as que ela já construiu ou está em vias de construir. Com isso queremos dizer que o *design* não leva a criança a buscar a solução

mais fácil, mas a mantém no enfrentamento de situações-problema, aplicando suas atuais e possíveis condições de ultrapassá-los.

Constatamos que as crianças optam com mais frequência e naturalidade por desenvolver suas atividades em Logo pelo *design*. Também verificamos que elas aumentam gradativamente o nível de intencionalidade, de previsão e planejam melhor, à medida que se familiarizam com Logo.

Em outras palavras, as crianças caminham para o estabelecimento de situações-problema, ou seja, o *design* não é uma metodologia que substitui ou elimina a situação de resolução de problemas em Logo. É apenas uma forma de a criança chegar a problemas mais significativos, adequados e interessantes para ela.

Por essa razão, recomendamos que as crianças tenham oportunidades de trabalhar por meio do *design*, uma forma mais lúdica e aberta de construção de programas, especialmente na fase de contato inicial com Logo e enquanto são mais jovens. Com apoio na teoria de Piaget sobre o desenvolvimento afetivo, consideramos que ao exercitar sua capacidade de buscar saídas – e planejar saídas é o que caracteriza o *design* (Azevedo, 1988) – a criança caminhará na direção de comportamentos que expressam a sua vontade de empreender algo, em níveis cada vez mais estruturados desse sentimento, chegando em alguns casos ao equilíbrio final de sua organização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, Wilton. *O que é design*. São Paulo: Brasiliense, 1988.
- _____. *Os signos do design*. São Paulo: Global, 1994.
- AXT, Margarete. Pensamento e linguagem na interação com o microcomputador – as verbalizações infantis como instrumento de diagnóstico de dificuldades de aprendizagem. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, Instituto Superior de Estudos e Pesquisas Psicossociais n. 2, p. 3-23, abr.-jun. 1988.
- BARRELLA, Fernanda Maria F. O trabalho lingüístico do sujeito ao adquirir a linguagem Logo. In: VALENTE, José A. (org.). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.
- BETTELHEIM, Bruno. The importance of play. *Atlantic*, 1987, p. 35-46 apud WASSERMANN, Selma. *Brincadeiras sérias na escola primária*. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.
- BRUNER, Jerome S. *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A., 1973.
- _____. On teaching thinking: an afterthought. In: CHIPMAN, J. W., SEGAN, Glasser, R. (Eds.). *Thinking and learning skills*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates, 1985, v. 2 p. 597-608 apud WASSERMANN, Selma. *Brincadeiras sérias na escola primária*. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.
- CORTELAZZO, Iolanda B. C., OLIVEIRA, Vera B. de. Telemática: proposta e desafio à educação e comunicação. In: OLIVEIRA, Vera B. de (org.) *Informática em psicopedagogia*. São Paulo: Senac, 1996.
- FAGHERAZZI, Maria Cristina B. *Desenvolvimento gráfico-plástico de crianças em interação com o computador* – Porto Alegre: UFRGS, 1991. Dissertação (Mestrado em Psicologia). Departamento de Psicologia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FAGUNDES, Léa da Cruz. *Psicogênese das condutas cognitivas da criança em interação com o mundo do computador*. São Paulo: USP, 1986. Tese (Doutorado em Psicologia), Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, Aurélio B. de H. *Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.
- FERREIRO, Emilia, TEBEROSKY, Ana. *Psicogênese da língua escrita*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.
- FORTUNY Y BOLADERAS, Joan. O desenho como expressão do pensamento. In: MANTOVANI DE ASSIS, Orly Z. e CAMARGO DE ASSIS, Múcio (orgs.). *Construtivismo e educação*. Campinas, SP: Tecnocópias Gráfica e Editora Ltda, 1995.

- FREEMAN, Norman. *Strategies of representation in young children*. London: Academic Press, 1980.
- GUERREIRO, Marilisa M. Avaliação da função visuo-espacial em uma criança com paralisia cerebral: proposta de um novo teste. In: VALENTE, José. A. (org.). *Liberando a mente*: computadores na educação especial. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1991.
- INHELDER, Bärbel, CAPRONA, Denys de. Rumo ao construtivismo psicológico. In: INHELDER, Bärbel., CELLÉRIER, Guy et al. *O desenrolar das descobertas da criança*: um estudo sobre as microgêneses cognitivas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- KAMII, Constance, DEVRIES, Rheta. *A teoria de Piaget e a educação pré-escolar*. Lisboa: Sociocultur, 1975.
- KOHLBERG, Lawrence, MAYER, Rochelle. Desenvolvimento como meta da educação. Trad. Luci S. Samartini e Nélcio Parra. *Harvard Educational Review*, n. 42, v.42, p. 449- 496, nov. 1972. (mimeo).
- KORZENIK, Diana. Saying in with pictures. In: PERKINS, D., LEONARD, B. *The arts and cognition*. Baltimore: Jonh Hopkins, 1977, p. 192-207.
- LITTO, Fredric M. Repensando a educação em função de mudanças sociais e tecnológicas recentes. In: OLIVEIRA, Vera B. (org.) *Informática em psicopedagogia*. São Paulo: Senac, 1996.
- MANTOAN, Maria Teresa E. *Logo, sistemas abertos de ensino: redimensionando microgeneticamente a atividade de programar*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1995 (Memo; 28).
- _____. Por uma educação que caminha para o futuro - breve ensaio sobre perspectivas e redimensionamentos da escola e do papel do professor. In: VALENTE, José. A. (org.). *O Professor no ambiente Logo*: formação e atuação. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1996.
- MANTOAN, Maria Teresa. E., PRADO, Maria Elisabette B., BARRELA, Fernanda Maria F. Logo e microgêneses cognitivas: um estudo preliminar. In: VALENTE, José A. (org.). *Computadores e conhecimento*: repensando a educação. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.
- MANTOVANI DE ASSIS, Orly Z. Pressupostos do PROEPRE. In: MANTOVANI DE ASSIS, Orly Z. (coord.) *PROEPRE: fundamentos teóricos e prática pedagógica para a educação pré-escolar*. Campinas, SP: UNICAMP/LPG, 1997.
- _____. Curiosidade, motivação e criatividade. In: MANTOVANI DE ASSIS, Orly Z. (coord.) *PROEPRE: fundamentos teóricos e prática pedagógica para a educação pré-escolar*. Campinas, SP: UNICAMP/LPG, 1997.
- MARTINS, Maria Cecília. *Investigando a atividade composicional: levantando dados para um ambiente computacional de experimentação musical*.

- Campinas, SP: UNICAMP, 1994. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.
- MIRANDA, Guilhermina L. ***A linguagem logo no pré-escolar: avaliação de alguns efeitos cognitivos decorrentes da atividade de programação.*** Lisboa: Universidade de Lisboa, 1989. Dissertação (Mestrado em Psicologia), Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Lisboa.
- MORAES, Anamaria de. As estratégias para a implementação da pesquisa em design considerando sua importância para a consolidação do ensino de design. ***Revista Estudos em Design***. Rio de Janeiro: Associação de Estudos em Design do Brasil, Fórum de Dirigentes, n. especial, p. 51-73, maio 1997.
- MOSCA, Paulo Roberto F., FAGUNDES, Léa da C. As conceitualizações da crianças que estão programando em Logo: a construção e a composição de módulos na imagem mental e na programação. ***Arquivos Brasileiros de Psicologia***. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, Instituto Superior de Estudos e Pesquisas Psicossociais, v. 38, n. 3, p.58-70, jul.-set. 1986.
- MUNARI, Bruno. ***A arte como ofício***. Lisboa: Editorial Presença, 1993.
- OCKO, Stephen, PAPERT, Seymour, RESNICK, Mitchel. ***Um ambiente de aprendizagem para desing***. Cambridge, Mass.: MIT, [s.d.]. (mimeo).
- PAPERT, Seymour. ***Logo: computadores e educação***. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- _____. ***A Máquina das crianças***: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PAPERT, S., WATT, D., diSESSA, A. et al. ***Final report of the Brookline Logo Project***. Part II. Project Summary and Data Analysis.. Cambridge, Mass.: MIT, 1979. (Logo Memo; 53).
- PEA, R. D. ***Logo programming and problem solving***. New York: Bank Street College of Education, 1983. (Technical Report; 12).
- PEA, R. D., KURLAND, M. On the cognitive and educational benefits of teaching children programming: a critical look. ***New Ideas in Psychology***. Elmsford, New York: Pergamon, 1983.
- PEIRCE, Charles S. ***Semiótica e filosofia***. Introdução, seleção e tradução de Octanny Silveira da Mota e Leonidas Hegenberg. São Paulo: Cultrix, 1975.
- PIAGET, Jean. ***Seis estudos de psicologia***. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1964.
- _____. ***A equilibração das estruturas cognitivas***: problema central do desenvolvimento. Rio de Janeiro, Zahar, 1975.
- _____. ***Abstração reflexionante***: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Trad. Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves da Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1977.

- PIGNATARI, Décio. **Semiótica e literatura**. São Paulo: Perspectiva, 1974.
- PILLAR, Analice D. **Desenho e construção do conhecimento na criança**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- RESNICK, Mitchel. **LEGO-Logo: learning through and about design**. 1989 AERA Annual Meeting. Cambridge, Mass.: MIT, 1989.
- SANTAELLA, Lúcia. **O que é Semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 1987.
- TURKLE, Sherry. **El segundo yo: las computadoras y el espíritu humano**. New York: Simon & Schuster, 1984.
- VALENTE, Ann B. Diagnóstico e remediação da capacidade intelectual da criança deficiente usando a linguagem Logo. In: VALENTE, José. A. (org.). **Liberando a mente: computadores na educação especial**. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1991.
- VALENTE, José A. Criando ambientes de aprendizado para a educação da criança deficiente. In: VALENTE, José. A. (org.). **Liberando a mente: computadores na educação especial**. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1991.
- _____. Diferentes usos do computador na educação. In: VALENTE, José A. (org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1993a.
- _____. Por quê o computador na educação? In: VALENTE, José A. (org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1993b.
- _____. EDUCOM-UNICAMP: 10 anos de trabalho com a escola pública. In: VALENTE, José A. (org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1993c.
- _____. O papel do professor no ambiente Logo. In: Valente, J.A. (org.). **O professor no ambiente Logo: formação e atuação**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1996.
- VALENTE, José A., CANHETTE, Cláudio C. LEGO-Logo: explorando o conceito de design. In: VALENTE, José A. (org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas, SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.
- WASSERMANN, Selma. **Brincadeiras sérias na escola primária**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.
- WICKENS, David. A teoria de Piaget: modelo de sistema aberto de ensino. Trad. Carmem Scriptori de Souza e Orly Zucatto Mantovani de Assis. In: SCHWEBEL, M., RAPH, J. **Piaget à l'école: libérer la pédagogie**. Paris: Denoel/Gonthier, 1976. p. 161-178. (mimeo).